

Bispo, Scarlett Queen Almeida; Cechin, Alícia

Working Paper

Veículos elétricos: Como a China está se preparando para se tornar a maior potência mundial do segmento?

Texto para Discussão, No. 2906

Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

Suggested Citation: Bispo, Scarlett Queen Almeida; Cechin, Alícia (2023) : Veículos elétricos: Como a China está se preparando para se tornar a maior potência mundial do segmento?, Texto para Discussão, No. 2906, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, <https://doi.org/10.38116/td2906-port>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/285028>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/br/>

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2906

**VEÍCULOS ELÉTRICOS: COMO A
CHINA ESTÁ SE PREPARANDO
PARA SE TORNAR A MAIOR
POTÊNCIA MUNDIAL
DO SEGMENTO?**

**SCARLETT QUEEN ALMEIDA BISPO
ALÍCIA CECHIN**

ipea

Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

VEÍCULOS ELÉTRICOS: COMO A CHINA ESTÁ SE PREPARANDO PARA SE TORNAR A MAIOR POTÊNCIA MUNDIAL DO SEGMENTO?

**SCARLETT QUEEN ALMEIDA BISPO¹
ALÍCIA CECHIN²**

1. Pesquisadora do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Diretoria de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Dinte/Ipea). *E-mail*: <scarlett.bispo@ipea.gov.br>.

2. Pesquisadora do PNPD na Dinte/Ipea. *E-mail*: <alicia.cechin@ipea.gov.br>.

Governo Federal

Ministério do Planejamento e Orçamento

Ministra Simone Nassar Tebet

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento e Orçamento, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidenta

LUCIANA MENDES SANTOS SERVO

Diretor de Desenvolvimento Institucional

FERNANDO GAIGER SILVEIRA

**Diretora de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

LUSENI MARIA CORDEIRO DE AQUINO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

CLÁUDIO ROBERTO AMITRANO

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,
Urbanas e Ambientais**

ARISTIDES MONTEIRO NETO

**Diretora de Estudos e Políticas Setoriais,
de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

FERNANDA DE NEGRI

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

CARLOS HENRIQUE LEITE CORSEUIL

Diretor de Estudos Internacionais

FÁBIO VÉRAS SOARES

Chefe de Gabinete

ALEXANDRE DOS SANTOS CUNHA

Coordenador-Geral de Imprensa e Comunicação Social

ANTONIO LASSANCE

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2023

Bispo, Scarlett Queen Almeida

Veículos elétricos : como a China está se preparando para se tornar a maior potência mundial do segmento? / Scarlett Queen Almeida

Bispo, Alícia Cechin. – Brasília: IPEA, 2023.

74 p. : il. – (Texto para Discussão ; 2906).

Inclui Bibliografia.

1. Políticas de Desenvolvimento. 2. Veículos Elétricos. 3. Inovação. 4. Mudanças Climáticas. 5. China. I. Cechin, Alícia. II. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. III. Título.

CDD 388.34

Ficha catalográfica elaborada por Elizabeth Ferreira da Silva CRB-7/6844.

Como citar:

BISPO, Scarlett Queen Almeida; CECHIN, Alícia. **Veículos elétricos** : como a China está se preparando para se tornar a maior potência mundial do segmento? Brasília, DF: Ipea, ago. 2023. 74 p. : il. (Texto para Discussão, n. 2906). DOI: [http:// dx.doi.org/10.38116/td2906-port](http://dx.doi.org/10.38116/td2906-port).

JEL: O1; O14; O3.

As publicações do Ipea estão disponíveis para download gratuito nos formatos PDF (todas) e ePUB (livros e periódicos).

Acesse: <http://www.ipea.gov.br/porta/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO	6
2 CADEIA PRODUTIVA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS.....	9
3 VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MUNDO: QUAL É O CENÁRIO DOS PRINCIPAIS PLAYERS?	22
3.1 Políticas para a retirada de veículos a combustão interna dos principais países da indústria de VEs	30
4 MERCADO CHINÊS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS	44
5 POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO DE VENDAS DA CHINA.....	50
6 CONCLUSÃO	71
REFERÊNCIAS	72

SINOPSE

A preocupação em torno das mudanças climáticas, como orientação global de política no âmbito das Nações Unidas, trouxe inúmeras transformações para os setores diretamente relacionados às emissões de gases de efeito estufa, por exemplo, a energia e o transporte. Dado esse cenário, o objetivo do estudo consiste em fazer um panorama mundial do mercado de veículos elétricos e dar ênfase à posição da China nesse segmento, de forma a entender sua trajetória com base na análise das políticas de desenvolvimento do país, como o Made in China 2025 e os 13º e 14º planos quinquenais, bem como das políticas específicas de eletrificação da indústria. No que tange aos resultados encontrados, elucida-se que a China, os Estados Unidos e países da Europa são os principais vendedores e detentores dos veículos elétricos a bateria e veículos elétricos híbridos *plug-in*. Ademais, no que se refere à economia chinesa, ao mesmo tempo que ela é considerada um importante ambiente para o desenvolvimento de veículos elétricos, por seu farto mercado consumidor, bem como por sua abertura de mercado para notáveis fabricantes de automóveis devido a *joint ventures*, também demonstrou metas ambiciosas para se tornar a maior potência industrial desse meio de transporte, com empresas nacionais que são referências não apenas no mercado interno, como em todo o mundo.

Palavras-chave: políticas de desenvolvimento; China; veículos elétricos; inovação; mudanças climáticas.

ABSTRACT

The concern around climate change as a global policy guideline within the United Nations has brought about numerous transformations in sectors directly related to greenhouse gas emissions such as energy and transport. Given this scenario, the objective of the study is to make a global overview of the electric vehicle market, emphasizing China's position in this segment, in order to understand its trajectory from the analysis of the country's development policies such as the "Made in China 2025" and the 13th and 14th Five-Year Plan, as well as specific industry electrification policies. With regard to the results found, it is clear that China, the United States and European countries are the main sellers and holders of battery electric vehicles and plug-in hybrid electric vehicles. Moreover, with regard to the Chinese economy, while it is considered an important environment for the development of electric vehicles, due to its large consumer market as well as its market opening for important car manufacturers through joint ventures, it has also demonstrated ambitious goals to become the biggest industrial power of electric vehicles, with national companies that are a reference not only in the domestic market, but throughout the world.

Keywords: development policies; China; electric vehicles; innovation; climate change.

1 INTRODUÇÃO

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada em 1992 contribuiu para a consolidação de uma agenda mundial voltada às questões ambientais e introduziu a ideia de desenvolvimento sustentável por meio de modelo de crescimento econômico e social aliado à preservação do meio ambiente e às questões climáticas. Nesse cenário, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC) foi elaborada para a definição de compromissos e obrigações globais com o intuito de estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera em níveis que impeçam interferência humana perigosa no sistema climático.

Atualmente a 27ª Conferência das Partes (Conference of the Parties – COP27), da UNFCCC, é o ponto focal das ambições e das ações globais sobre o clima, com base nos pilares do Acordo de Paris de 2015.¹ Com a possibilidade de catástrofe climática, fazem-se necessárias mobilizações que exigirão grandes transições no setor de energia. Isso envolverá redução substancial no uso de combustíveis fósseis, eletrificação generalizada, eficiência energética aprimorada e uso de combustíveis alternativos.²

De acordo com os cenários do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2022), a temperatura global estará estabilizada quando as emissões de dióxido de carbono (CO₂) atingirem um cenário de emissões líquidas zero (*net zero emissions* – NZEs). Para que a temperatura chegue a no máximo 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais, é necessário atingir globalmente NZEs até 2050; para 2 °C, até o início da década de 2070. Essa avaliação mostra que limitar o aquecimento a uma meta mais flexível, cerca de 2 °C, ainda exige que as emissões globais de GEE atinjam o pico antes de 2025 e sejam reduzidas em um quarto até 2030. Mesmo que isso aconteça, seu processo implicaria superar temporariamente esse limite de temperatura, podendo retornar a níveis inferiores até o final do século (IPCC, 2022).

À medida que os países estabelecem compromissos cada vez mais ambiciosos e específicos, realizados no âmbito das rodadas multilaterais, é esperado que nos próximos anos as regulamentações globais sejam mais rígidas para as emissões de CO₂. Um dos resultados esperados é o desaparecimento gradual dos veículos de combustão interna (VCIs) e a disseminação de portfólio diversificado de veículos elétricos (VEs), por exemplo, a bateria (VEBs), híbridos (VEHs) ou elétricos

1. Também conhecido como COP21, é um tratado global com o objetivo de reduzir o aquecimento no planeta. Disponível em: <<https://bit.ly/3Aa1iQ>>.

2. Disponível em: <<https://bit.ly/3oqYziU>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

TEXTO para DISCUSSÃO

de alcance estendido (VEAEs). Essa tendência corrobora a resposta de alguns países nos últimos anos, em esforços subjacentes de planejamento governamental e ações nacionais que tendem a estar mais relacionados a transformações abrangentes no setor de transportes, em direção ao avanço da eficiência, com uma mudança para fontes de energia de baixo carbono provenientes dos VEs (Lutsey, 2015).

Esses automóveis terão importante contribuição para a transformação dos transportes no que se refere a combustível, emissões de carbono e custos relacionados. O principal ponto no momento é a descarbonização para lidar com a emergência das mudanças climáticas. Crabtree (2019) destaca que a questão não é se, mas até onde irá a eletrificação. Além disso, qual será seu efeito no sistema energético e na geoeconomia? Quais são os desafios para desenvolver baterias melhores e proteger a cadeia de suprimentos de materiais de modo a dar suporte à nova tecnologia de baterias? Esses são alguns questionamentos feitos quando se adentra no mercado de VEs.

Embora o setor automobilístico seja dominado pelos países detentores das principais fabricantes, como Alemanha, Estados Unidos e Japão, no caso dos VEs, a China exerce relevante papel para o desenvolvimento do segmento. É possível elencar a importância desse país no referido mercado em três pontos principais. Primeiramente, a economia chinesa é a maior consumidora mundial de energia e automóveis. Li *et al.* (2020) salientam que a China foi responsável por quase 50% do aumento do consumo mundial de petróleo durante as últimas duas décadas. Nesse sentido, a transição de carros movidos a combustão para elétricos pode ter implicações nos mercados mundiais de petróleo (inclusive pela alta dependência externa chinesa) e energia e nas emissões globais de GEEs.

Em segundo lugar, todas as grandes montadoras internacionais têm instalações de produção na China, na forma de *joint ventures*, em parceria com montadoras domésticas; essas *joint ventures* representam cerca de dois terços do mercado. Por fim, o terceiro ponto elucidado que o tamanho do mercado de carros elétricos pode beneficiar a tendência mundial de eletrificação do transporte, o que oferece um terreno fértil para testes de novas tecnologias e reduz o custo das baterias (o componente de custo crítico para a transição de veículos movidos a combustão para elétricos).

Além disso, a indústria automobilística é considerada um importante pilar para o desenvolvimento econômico chinês, bem como possui relevância na aceleração do processo de urbanização e manutenção do *status quo* por uma vida melhor. A China, há mais de uma década, é um dos principais mercados consumidores de automóveis do mundo, e, embora tenha havido aumento considerável no número de fabricantes e marcas automobilísticas, a tecnologia chinesa ainda está aquém dos grandes países de referência desse setor (An *et al.*, 2019). A recente orientação global para a incorporação

de VEs no âmbito das mudanças climáticas abriu oportunidade para que a China possa se tornar uma potência no setor automobilístico mediante a produção de veículos de energia nova (VENs),³ o que possibilita, assim, além do alcance da competitividade no comércio internacional do segmento, a resolução de questões relacionadas à poluição e à segurança energética.

Dado esse contexto, este estudo tem como objetivo fazer um panorama mundial do mercado de VEs⁴ e dar ênfase à posição da China nesse segmento, de forma a entender sua trajetória com base na análise das políticas de desenvolvimento do país, como o Made in China 2025 (MiC25) e os 13º e 14º planos quinquenais, bem como das políticas específicas de eletrificação da indústria. Para responder à finalidade proposta, utiliza-se o referencial teórico proposto por Malerba (2004), Malerba e Nelson (2011) e Lee, Mani e Mu (2012). No que se refere à metodologia, emprega-se análise descritiva. Em relação aos dados inseridos no texto, estes são de acordo com a disponibilidade em diferentes fontes de dados abertas. Assim, para cada variável analisada, os anos considerados alteram-se, sendo os mais atuais disponíveis.

Malerba (2004) e Malerba e Nelson (2011) destacam a importância dos campos científicos e tecnológicos na base de atividades inovadoras em um setor. Ademais, salienta-se que as fontes de oportunidades tecnológicas diferem significativamente entre os distintos setores, pois para alguns as oportunidades relacionam-se com grandes descobertas científicas nas universidades; para outros, por sua vez, a inovação geralmente pode ser oriunda de pesquisa e desenvolvimento (P&D), direcionada ao *design* de novos produtos e processos de produção, por exemplo. Essa é uma abordagem que dialoga diretamente com o segmento de VEs, por se tratar de setor na fronteira do conhecimento tecnológico, e sempre é destacada pela China em seus documentos de política.

O tipo de estrutura da indústria também é de extrema importância, bem como o papel de multinacionais, redes, demanda, laboratórios de pesquisa pública e universitária, finanças, políticas governamentais, regulamentação e normas. A política governamental, que é o ator fundamental para a estrutura do sistema setorial de inovação (SSI), desempenha papel essencial por intermédio de diferentes instrumentos, por exemplo, políticas de apoio

3. Os VENs são veículos que usam eletricidade ou hidrogênio como energia motriz, podendo incluir os veículos híbridos, por exemplo, veículos elétricos puros, veículos elétricos híbridos *plug-in* (VEHPs) e veículos movidos a célula de combustível de hidrogênio (VECCs).

4. Neste estudo, os dados de VEs referem-se a VEBs e VEHPs. Quando os VECCs estiverem incluídos, isso será mencionado. Da mesma maneira, os VEs são veículos leves (carros de passeio) e veículos comerciais leves (*vans* e caminhões leves), a não ser que outro tipo seja ressaltado.

a P&D, promoção da concorrência, proteção de empresas nacionais, criação de institutos avançados de pesquisa do governo e apoio ao empreendedorismo (Moreira, 2022).

O estudo está dividido em cinco seções, além da introdução. A segunda seção contempla a dinâmica do setor e traz os principais pontos relacionados à cadeia produtiva dos VEs. Posteriormente, a terceira seção aborda, de modo global, uma visão geral sobre a indústria de VEs e as principais medidas voltadas para o segmento. A quarta seção apresenta informações sobre os VEs na China mediante análise de dados e compreensão das políticas de desenvolvimento do país para a evolução desse setor. A quinta seção versa sobre as políticas de desenvolvimento de vendas na China, e, por fim, fazem-se as considerações finais na sexta seção, além de se elencarem as referências utilizadas para a construção do estudo.

2 CADEIA PRODUTIVA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Embora os carros elétricos tenham sido introduzidos no mercado há mais de três décadas por grandes fabricantes, eles só se tornaram populares nos últimos anos, entre os consumidores, devido a avanços nas tecnologias das baterias e estímulos à transição energética (Filote *et al.*, 2020). Atualmente a mudança de VCI para VEs é a principal rota tecnológica para o setor de transportes no âmbito das mudanças climáticas, e é importante a investigação das principais barreiras para a integração dos VEs na indústria automobilística tradicional. De antemão, é possível assegurar que a produção desses automóveis apresenta uma série de vantagens que podem contribuir para uma cadeia de produção mais simplificada. Isso porque o processo produtivo pode ser considerado mais simples, pois exige menos uso de peças de reposição; os veículos não possuem itens como caixa de câmbio, bombas de combustível, filtros, correias, injetores, radiadores e alternadores; e têm custos de manutenção mais baixos do que os VCIs (Klug, 2013). Em contrapartida, uma série de barreiras precisam ser superadas. Masiero *et al.* (2017), em seu estudo sobre as cadeias de valor dos VEs no Japão, na Coreia do Sul e no Brasil, fornece uma série de *insights* interessantes sobre os principais gargalos no desenvolvimento desses carros. Os autores listam três fatores principais: i) altos custos dos componentes; ii) alta complexidade da integração dos VCIs e dos VEs; e iii) pouca maturidade dos fornecedores.

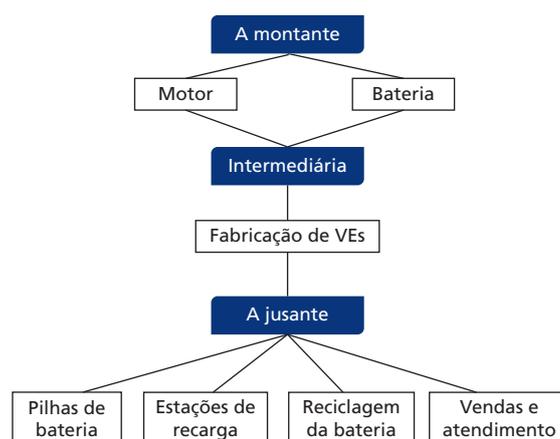
Sobre o primeiro fator (altos custos dos componentes), a ausência de escalas de produções suficientes foi considerada determinante para os custos elevados, justificada pela pequena quantidade de fornecedores de peças e componentes qualificados no mercado asiático, além de o lítio (mineral presente nas baterias de tecnologia mais avançada)⁵ ser

5. Os acumuladores à base de lítio são sugeridos, principalmente, pois são caracterizados por alta potência e densidade de energia em combinação com alta eficiência (Golembiewski *et al.*, 2015).

um minério escasso, com reservas concentradas principalmente na América Latina, na Austrália e na China. A alta complexidade de integração (segundo fator) está relacionada ao desaparecimento de aspectos mecânicos e à necessidade de habilidades e competências essenciais para o desenvolvimento de *hardware* e *software*, bem como a novos componentes e peças que passaram a ser incorporados nos VEs. Por fim, o terceiro fator trata-se da resistência dos fabricantes e dos fornecedores de automóveis tradicionais a perderem e destruírem suas competências essenciais de tecnologia de motores.

Portanto, a adoção de VEs exige a superação de barreiras na cadeia produtiva, nas suas três principais partes, como pode ser observado na figura 1. Primeiramente em seu aspecto a montante, ou seja, em seu efeito para trás, com a introdução de baterias e adaptações nos motores dos veículos, o que é um ponto crítico de custo dessa cadeia. Em segundo lugar, destaca-se a parte intermediária, a fabricação, em que há inúmeras adaptações em uma cadeia de produção já consolidada de VCI. Ademais, o terceiro ponto é relacionado ao aspecto a jusante, isto é, no seu efeito para frente, como um novo modelo de negócios que requer adaptações fora da cadeia produtiva, tanto no fornecimento de energia para recargas (estações de recarga) como na preocupação em relação à reciclagem das baterias, na atualização de métodos de vendas e atendimento nesse novo mercado e na qualificação dos profissionais que atuam, por exemplo, em prestação de serviços relacionados a reparos, manutenção etc.

FIGURA 1
Cadeia de valor da indústria de VEs



Fonte: Five Degrees Easy Chain (2021).

Elaboração das autoras.

TEXTO para DISCUSSÃO

A inserção de VEs na produção de veículos a combustão interna não causou transformações apenas nessa indústria, mas ao longo da cadeia de valor da bateria (figura 2), que passa a ser caracterizada como a parte a montante da cadeia de valor dos VEs. As atividades de P&D na cadeia de valor da bateria, desde os componentes individuais (matérias-primas) até a integração em VEs, compõem quatro etapas. Esse processo começa com a extração e o processamento de matérias-primas com o objetivo de sintetizar cátodo, ânodo, eletrólito, separador e outros componentes da célula. Posteriormente, os diferentes componentes supracitados são montados em células, que são embaladas em pilhas de baterias e, então, integradas ao veículo de diferentes maneiras.

FIGURA 2

Cadeia de valor da bateria para VEs



Fonte: Golembiewski *et al.* (2015).

Elaboração das autoras.

Obs.: 1. Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

2. BMS – battery management system.

Nesse sentido, o estado de P&D de tecnologias de bateria para VEs reflete a interface do setor automotivo, químico e eletrônico, e diversas empresas desses setores são ativas em todo o processo produtivo da bateria (Golembiewski *et al.*, 2015). Apesar da participação majoritária das fabricantes de automóveis na criação de valor dos VCs, a

necessidade da disseminação de VEs, como forma de política pública em resposta aos compromissos de mitigação das mudanças climáticas, pressiona seu envolvimento e sua integração no desenvolvimento de novas tecnologias, para evitar dependência tecnológica de outros setores (Bohnsack, Pinkse e Kolk, 2014).

O nível de integração das indústrias automotivas, químicas e eletrônicas pode resultar em um novo segmento interindústria, decorrente do interesse mútuo. A interseção da integração entre as indústrias que influenciam a cadeia de valor da bateria em direção à mobilidade elétrica pode ser denominada processo de convergência para um novo segmento. Ao analisar a cadeia de valor das baterias na figura 2, é possível notar a interdependência desses segmentos industriais, bem como a importância de cooperar com outros atores envolvidos no fornecimento de energia e na criação de infraestrutura de carregamento, elementos essenciais para aumentar a aceitação e a adoção de VEs (Golembiewski *et al.*, 2015).

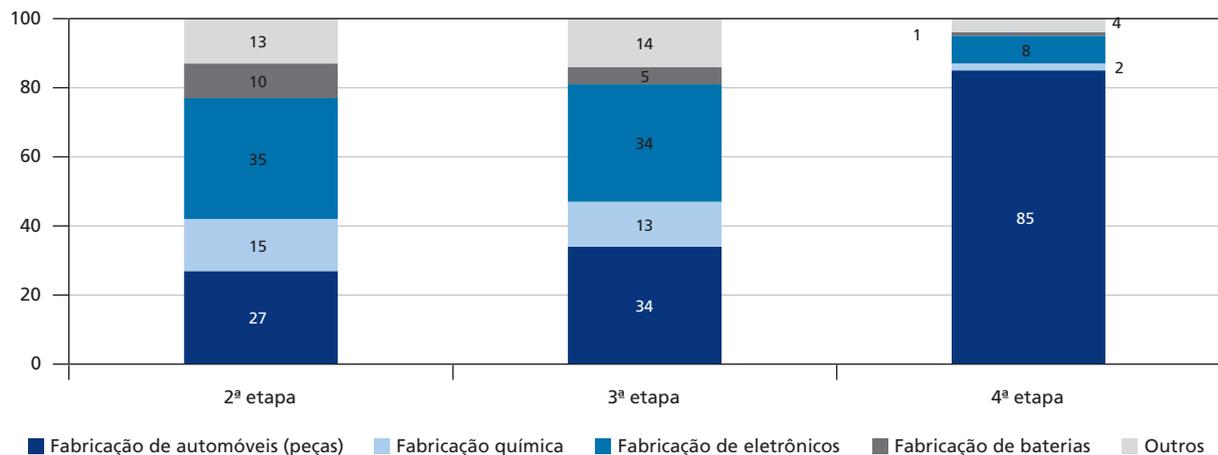
Nesse cenário, onde cada segmento industrial se insere na cadeia de valor da bateria? Uma forma de identificar a posição de determinada indústria e/ou de um país ocorre por meio da análise de patentes, pois elas podem ser consideradas importantes indicadores de P&D e agregação de valor de inovações tecnológicas. Portanto, Golembiewski *et al.* (2015) utilizaram um banco de dados que possui cobertura abrangente de documentos sobre patentes. Tendo em vista que o envolvimento dos atores do setor automotivo, químico e eletrônico ocorre em diferentes etapas e apresentam diversos níveis de abrangência em atividades de obtenção de patente, em que ocorre, algumas vezes, a sobreposição delas, a base utilizada permite a agregação em famílias de patentes e, com isso, a minimização do problema de sobreposição.

Os seus resultados demonstraram que as empresas ativas na fabricação de eletrônicos dominam o cenário de patentes (35%), na segunda etapa⁶ (componentes das células) da cadeia de valor da bateria. As empresas de eletrônicos e as automotivas apresentam a maior participação na terceira etapa (sistema de bateria), ambas com 34%. Por sua vez, as famílias de patentes que caracterizam a quarta etapa (veículo), ou seja, a propulsão elétrica com energia fornecida dentro do veículo, são essencialmente pertencentes às empresas automotivas (85%), como pode ser observado no gráfico 1.

6. O estudo não considerou a primeira etapa (matérias-primas) por conta da baixa agregação de valor dentro da cadeia de valor da bateria para VEs.

GRÁFICO 1**Cessionários de patentes que caracterizam as etapas da cadeia de valor da bateria**

(Em % de participação de famílias de patentes)

Fonte: Golembiewski *et al.* (2015).

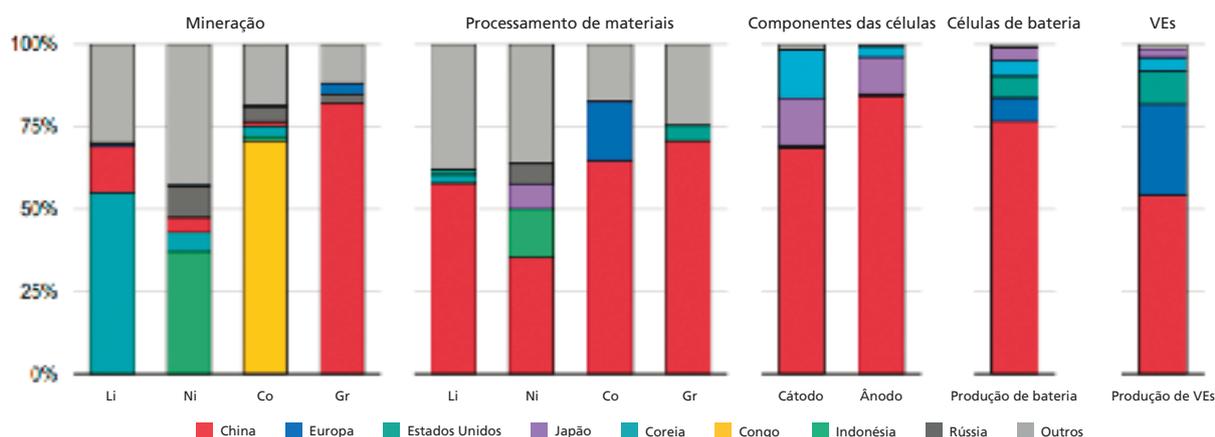
Elaboração das autoras.

Obs.: O banco de dados utilizado no estudo é o PatBase®. O período de análise é de 2000 a 2011.

De modo geral, as empresas de fabricação de baterias tiveram, em média, a menor participação, considerando a segunda, a terceira e a quarta etapas. Esse resultado mostra que as indústrias examinadas concentram suas atividades em etapas únicas e relacionadas ao seu segmento, e isso indica que a troca de conhecimento e a aquisição de capacidade se dão, especialmente, mediante a cooperação na interseção tecnológica formada com o surgimento da mobilidade elétrica.

Os autores destacam ainda que, nesse contexto, as empresas japonesas, principalmente os conglomerados, dominam o número de pedidos de famílias de patentes e, assim, moldam o cenário de pesquisa; essa vantagem torna-se cada vez mais aparente no quarto degrau. Isso pode estar relacionado à quantidade expressiva de empresas ativas na fabricação de automóveis e eletrônicos com sede no Japão. Coreia do Sul, China, Alemanha, Estados Unidos e França também participam do patenteamento ao longo da cadeia de valor da bateria. Ademais, a Coreia do Sul parece ser até certo ponto competitiva no nível da segunda etapa, pois é o país de origem de muitas empresas de eletrônicos, e a Alemanha é o segundo cessionário mais ativo no patenteamento da quarta etapa, devido ao seu setor automotivo de grande porte.

De outra perspectiva, partindo da localização em que ocorre cada etapa da produção de VEs (gráfico 2), há indicação de mudanças importantes no cenário. A China, por exemplo, praticamente domina toda a cadeia de suprimentos de baterias de VEs a jusante.

GRÁFICO 2**Distribuição geográfica da cadeia global de suprimentos de baterias para VEs (2021)**

Fonte: IEA (2022a).

Elaboração das autoras.

Obs.: 1. Li = lítio; Ni = níquel; Co = cobalto; e Gr = grafite.

2. Congo = República Democrática do Congo.

3. A desagregação geográfica refere-se ao país onde ocorre a produção. A mineração é baseada em dados de produção. O processamento de material é baseado no refinamento dos dados de capacidade de produção. A produção de componentes de células é baseada em dados de capacidade de produção de materiais de cátodo e ânodo. A produção de células de bateria é baseada em dados de sua capacidade de produção. A produção de VEs é baseada em dados de sua produção. Embora a Indonésia produza cerca de 40% do níquel total, pouco disso é usado atualmente na cadeia de suprimentos de baterias para VEs. Os maiores produtores de níquel para baterias classe 1 são a Rússia, o Canadá e a Austrália.

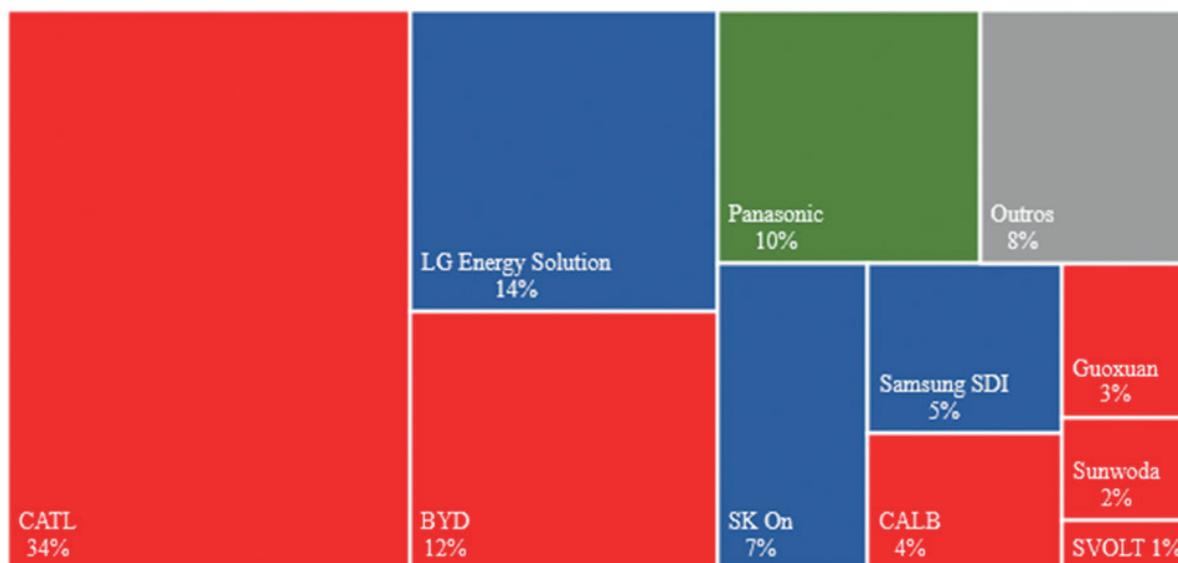
4. Gráfico cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

O gráfico 2 mostra que a China possui maior participação no processamento de materiais, componentes das células, células de bateria e VEs. O país asiático produz cerca de três quartos de todas as baterias de íons de lítio e abriga 70% da capacidade de produção de cátodos e 85% de ânodos (componentes críticos das baterias), além de ser responsável por mais da metade da capacidade de processamento e refino de lítio, cobalto e grafite. A Europa, segundo ator mais importante da cadeia, é responsável por mais de um quarto da montagem global de VEs, porém detém pequena parcela da cadeia de suprimentos, além do processamento de cobalto em 20%. Os Estados Unidos têm papel ainda menor, com apenas 10% da produção de VEs e 7% da capacidade de produção de baterias. A Coreia e o Japão têm

participações consideráveis na cadeia de suprimentos a jusante do processamento de matérias-primas, particularmente na produção altamente técnica de material de cátodo e ânodo. Ademais, a Coreia é responsável por 15% da capacidade global de produção de material catódico, enquanto o Japão responde por 14% da produção desse material e por 11% da produção de material anódico. A maioria dos principais minerais é extraída em países ricos em recursos, como Austrália, Chile e República Democrática do Congo (IEA, 2022a).

Somente as empresas chinesas correspondem a mais de 56% da produção de baterias de VEs (CATL – 34%; BYD – 12%; CALB – 4%; Guoxuan – 3%; Sunwoda – 2%; e SVOLT – 1%), como pode ser observado no gráfico 3. Em seguida vem a Coreia do Sul, com 26% (LG Energy Solution – 14%; SK On – 7%; e Samsung SDI – 5%), e as fabricantes japonesas, com participação de 10% (Panasonic). É importante salientar que a China tem um diferencial perante os demais países produtores com maior participação na fabricação dessas baterias, o que pode lhe conferir vantagem competitiva, pois está entre as nações com maior reserva de lítio do mundo – aproximadamente 7% das reservas mundiais.⁷ Em contrapartida, é sabido que possuir grandes reservas da matéria-prima não é fator suficiente para tornar o país o maior produtor de um produto manufaturado, principalmente aqueles produtos com elevada intensidade tecnológica.

7. As principais reservas estão situadas no Chile, na Austrália, na Argentina, na China, nos Estados Unidos e no Zimbábue, com cerca de 42%, 17%, 10%, 7%, 3% e 1%, respectivamente. As reservas identificadas se concentram principalmente na Bolívia, na Argentina, no Chile, na Austrália, na China, no Congo, no Canadá e na Alemanha (USGS, 2022).

GRÁFICO 3**As dez principais empresas produtoras de baterias para VEs (2022)**

Fonte: SNE Research. Disponível em: <<https://bit.ly/3N4Lje2>>. Acesso em: 9 out. 2022.

Elaboração das autoras.

- Obs.: 1. Na cor vermelha, destacam-se as empresas da China; na cor azul, as empresas da Coreia do Sul; e na cor verde, uma empresa do Japão.
2. Gráfico cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Dessa forma, a cadeia de valor da bateria caracteriza a parte a montante da cadeia de valor de VEs e apresenta algumas particularidades: i) é o componente de custo crítico dos VEs, tanto pela relativa escassez dos seus componentes minerais quanto pela alta demanda tecnológica de sua integração, seu aprimoramento e sua manutenção; ii) demanda *expertise* em P&D de diversos segmentos industriais, como automotivos, químicos e eletrônicos; e iii) a produção é dominada pelos países asiáticos, sobretudo a China. Além disso, do ponto de vista socioambiental, é importante considerar impactos decorrentes da extração desses minerais. No caso do cobalto, por exemplo, há elevados riscos de contaminação mineral do ar, da água e do solo, o que pode acarretar graves consequências na saúde dos mineiros e das comunidades vizinhas; deslizamentos; e alto índice de exploração de mão de obra infantil (Watari *et al.*, 2019).

Sob a ótica da parte intermediária da cadeia de valor dos VEs, em contrapartida, as principais questões estão relacionadas às transformações da indústria convencional de veículos a combustão. Então, como a inserção da eletrificação está se integrando à produção tradicional? As principais mudanças estão vinculadas ao

design. De modo geral, existem dois conceitos divergentes: *design* de conversão e de propósito. O primeiro conceito (conversão) exige menos ruptura dos processos produtivos preexistentes, por ser baseado em conceitos de carros convencionais. Desse modo, sua arquitetura automobilística seria mantida, e seriam substituídos os motores a gasolina convencionais pelos elétricos. Já o segundo conceito (propósito) acarretaria altos investimentos para montar um novo processo de fabricação voltado aos VEs (Klug, 2013).

Nesse sentido, Klug (2013) especifica novos tipos de produção decorrentes da introdução desses carros nas indústrias de produção de automóveis convencionais baseados no conceito de *design* de conversão: i) fabricação totalmente integrada; ii) fabricação de desvio; e iii) fabricação por contrato. No primeiro fenótipo (totalmente integrada), todos os tipos, sejam VCI, sejam VE, são produzidos na mesma linha de fabricação, em que se fundem VCI em VE com base na ideia de carro convencional. Essa integração em carroceria, pintura, montagem melhora a disponibilidade de pessoal e *know-how*, o que reduz os prazos de entrega entre as etapas e angaria ganhos de escala e escopo em P&D e funções de suporte.

Contudo, integrar os VEs a uma única linha de montagem leva a um aumento no número de diferentes peças necessárias e influencia diretamente as políticas de estoques dos fabricantes. Portanto, esse tipo exige que fornecedores entreguem sequenciado em linha, ou seja, todo o processo de montagem do veículo depende da entrega pontual dos componentes. Esse arranjo coloca a confiabilidade em foco de maneira que a proximidade temporal e espacial entre fornecedor e fabricante se torna de importância estratégica.

A fabricação de desvio (segundo tipo) é uma adaptação da modalidade totalmente integrada, pois nela considera-se fator crucial a modularização do carro. Dessa maneira, os fabricantes podem mitigar os efeitos negativos da variedade de produtos e dividir o carro em módulos menos complexos (por razões econômicas ou técnicas) com interfaces específicas. Esse conceito caracteriza fabricação de *by-pass* (parcialmente integrada); apesar de possuir mais flexibilidade quanto ao tempo de entrega dos fornecedores, a correspondência e a sincronização do processo de criação de valor são fatores-chave.

O terceiro tipo (por contrato), por sua vez, geralmente é usado quando o nível de produção de VEs esperado não atende aos requisitos de integração nos próprios processos de produção e o grau de diferenciação entre VEs e VCI é alto. Então, fabricantes são contratados (também conhecidos como “Little OEM” ou “Tier 0.5”) para produzir modelos especializados de baixo volume de fabricantes já estabelecidos.

Tradicionalmente, caracterizam empresas de automóveis de nicho, que não são apenas VEs, mas conversíveis, *roadsters*, utilitários esportivos, o que é uma produção parcialmente integrada e especializada de pequena escala.

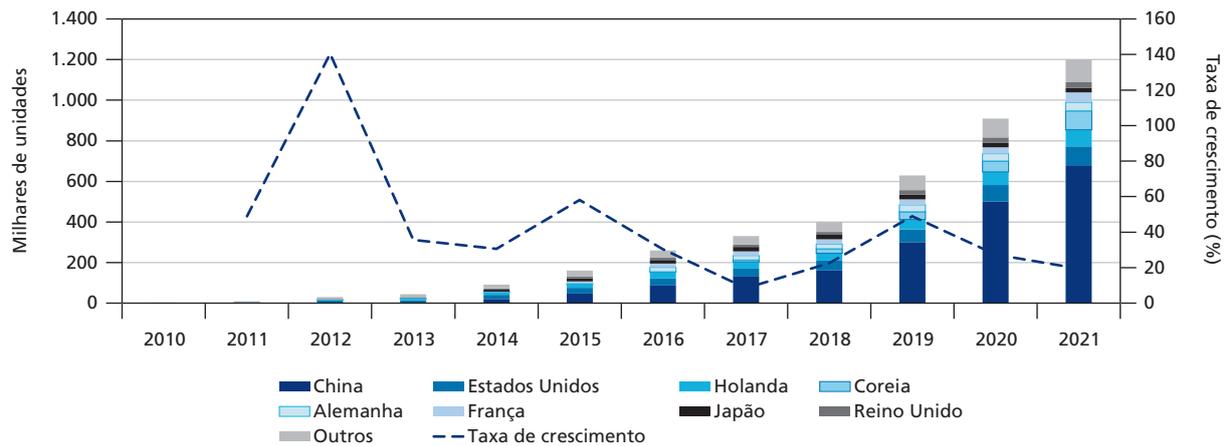
Há outro tipo de fabricação citada por Klug (2013), relacionada ao conceito de *design* de propósito, denominada paralela. Esse fenótipo desenvolve e constrói um novo veículo, com liberdade de *design*, e gera, conseqüentemente, módulos específicos para/com operações específicas de manufatura e logística. Dessa forma, as operações de VCI e VE são separadas, e isso evita a interferência entre fluxos de valor enfileirados para utilizar recursos compartilhados. Entretanto, uma linha de montagem separada, com processos de fornecimentos separados, implicaria alto investimento combinado com maior risco de utilização de capacidade.

Verifica-se que a parte intermediária da cadeia é complexa e ainda não possui um único roteiro técnico. Os caminhos de integração da produção de VEs e VCIs vão depender, entre outras coisas, da tomada de decisão dos fabricantes de automóveis, que está diretamente condicionada à capacidade de investimento, ao acesso a fornecedores especializados, ao mercado consumidor, à capacidade de superar os custos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.

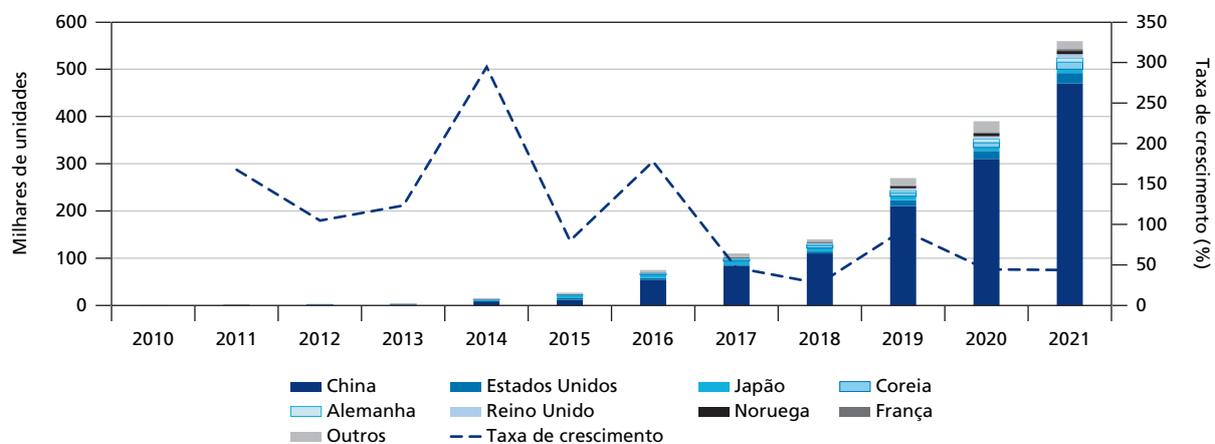
A parte a jusante da cadeia de valor dos VEs abarca a infraestrutura necessária para a utilização desses carros pelos consumidores, em especial pilhas de bateria (armazenamento da energia), estações de recarga, reciclagem da bateria e serviços pós-venda. Diferentemente das outras etapas da cadeia, depende de forte investimento governamental, bem como de parcerias entre governos e indústrias para a instalação de estações de carregamento. Por um lado, isso serve para estimular a demanda por esses veículos e, por outro, contribuir para as metas nacionais de redução de emissão de GEEs do setor de transportes. As nações com maior infraestrutura pública de carregamento são: países asiáticos, Estados Unidos e Europa, como explana o gráfico 4.

GRÁFICO 4**Número de estações públicas de carregamento lento e rápido para VEs em países selecionados e taxa de crescimento no mundo (2010-2021)**

4A – Número de estações públicas de carregamento lento



4B – Número de estações públicas de carregamento rápido



Fonte: International Energy Agency (IEA). Disponível em: <<https://bit.ly/3opVwl0>>. Acesso em: 27 out. 2022.

Elaboração das autoras.

O número de estações mundiais de carregamento experimentou apenas taxas de crescimento positivas, sendo superiores nos primeiros anos devido ao processo inicial de inserção, mas, ainda assim, teve valor relevante a partir de 2014, quando se desenvolveu em média 53% nas estações de carregamento lento e 101% rápido. Os países selecionados no gráfico 4, em 2021, corresponderam a 91% das estações mundiais de carregamento lento e 97% das estações de carregamento rápido, enfatizando a hegemonia desses países no segmento de VEs. A China, como esperado,

possui o maior número de estações de carregamento; no último ano, sua participação nas estações globais foi de aproximadamente 57% e 84% nas estações de carregamento lento e rápido, respectivamente.

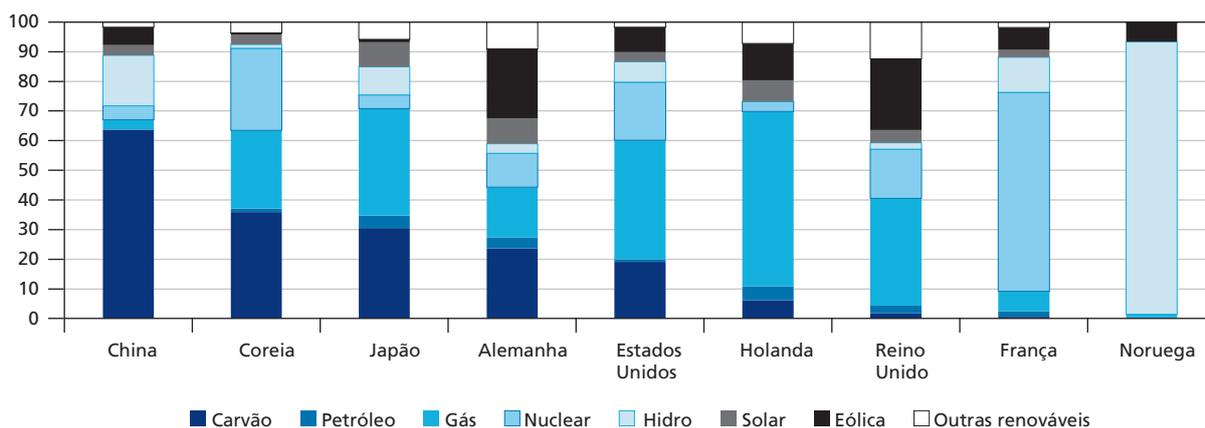
Do ponto de vista ambiental, a incorporação de estações de recarga deve ser acompanhada de transição energética,⁸ de modo que o fornecimento de energia para carregar as baterias dos VEs seja advindo de fontes limpas e, assim, a redução de emissão dos veículos não seja compensada pela utilização de energias poluentes, como as fósseis. Em outras palavras, considerando-se a fase de uso do automóvel, o benefício ambiental do veículo elétrico está condicionado à fonte de eletricidade do seu carregamento ser de energia de baixo carbono. Nos casos em que essa eletricidade venha de carvão mineral, as emissões podem superar as de escapamentos convencionais movidos a gasolina, dependendo dos resultados de análises de ciclo de vida. Destarte, a matriz energética de produção (gráfico 5A) e de consumo (gráfico 5B) dos países que têm infraestrutura de carregamento para VEs mais desenvolvidas está ilustrada no gráfico 5.

GRÁFICO 5

Matriz energética de produção e de consumo de países selecionados (2020)

(Em %)

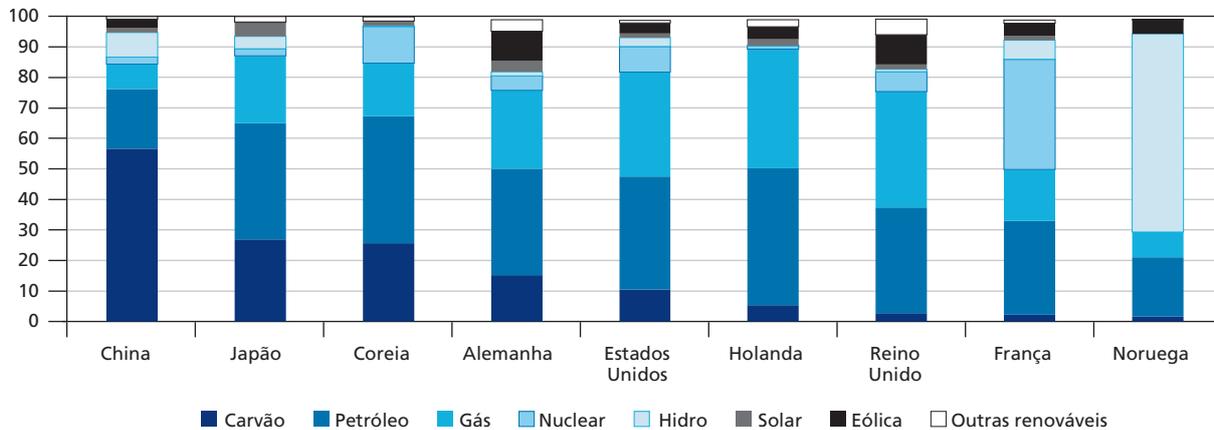
5A – Matriz energética de produção



8. A realização da transição energética é fator-chave para a redução das emissões de GEEs. Ela não está condicionada à eletrificação dos veículos, mas nesse contexto é um problema específico desse segmento no que tange ao carregamento das baterias.

TEXTO para DISCUSSÃO

5B – Matriz energética de consumo



Fonte: Our World in Data (2022). Disponível em: <<https://bit.ly/3Mk0NKq>>. Acesso em: 9 out. 2022. Elaboração das autoras.

A maioria dos países selecionados possui matriz energética predominantemente suja, principalmente Coreia, Estados Unidos, França, Japão, Holanda e China, com cerca de 91%, 80%, 76%, 75%, 73% e 72%, respectivamente. Reino Unido e Alemanha apresentam matriz mais equilibrada, em torno de 56% suja e 44% limpa, enquanto Noruega se destaca com apenas 1% da produção de energia suja. Em termos de consumo, a situação é ainda mais crítica. Nos países da amostra, com exceção da Noruega, pelo menos 80% da energia consumida é suja. Na Coreia, nos Estados Unidos e na Holanda, esse percentual encontra-se na casa dos 90%. Um dos fatores que mais chama atenção na matriz energética de consumo dos países é a elevada participação do petróleo, de pelo menos 19%. Nesse cenário, a Holanda chega a 45% do consumo, mesmo com baixa participação na produção de energia advinda dessa fonte, o que corresponde a no máximo 5%.

Essas informações enfatizam a necessidade de incorporar questões exógenas à produção nas análises da cadeia de criação dos VEs. Ao passo que uma das principais forças motrizes para a eletrificação do setor de transportes é a redução das emissões de GEEs, é fundamental que as fontes de energia desses veículos também sejam limpas, ou seja, não emitam esses gases.⁹ Os dados anteriormente disponibilizados mostram que os principais *players* do setor ainda têm um longo caminho a percorrer para a transição energética e conseqüentemente para a mitigação das mudanças climáticas.

9. Além disso, as baterias de lítio são importantes poluentes entre os componentes do veículo elétrico. Assim, além de investimentos em P&D para maior longevidade e autonomia dessas baterias, é necessário reciclagem, pois esta desempenha importante papel na reutilização e até mesmo na substituição ao carregamento nas estações de recarga dos VEs.

Portanto, embora a eletrificação seja considerada o futuro do segmento automobilístico, é importante considerar os inúmeros desafios para sua consolidação. Fica cada vez mais evidente a necessidade de sinergias entre grandes fabricantes de automóveis e os governos, principais interessados, em razão do surgimento de um mercado potencial e das metas de redução de GEEs estabelecidas nas rodadas multilaterais que influenciam as trocas financeiras e as relações geopolíticas entre os países. Isso implica, além dos principais gargalos relacionados aos custos, imprescindibilidade de políticas para estimular a demanda por VEs, acesso à infraestrutura de carregamento, melhorias nos serviços pós-venda e garantias de fornecimento dos materiais necessários para a manutenção da indústria de VEs,¹⁰ de modo social e ambientalmente sustentável.

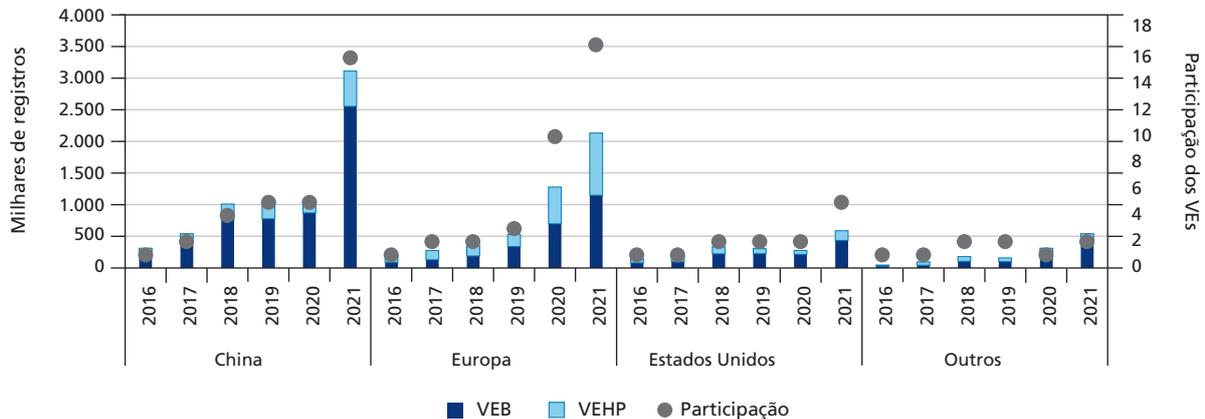
3 VEÍCULOS ELÉTRICOS NO MUNDO: QUAL É O CENÁRIO DOS PRINCIPAIS PLAYERS?

Como o mundo está avançando na substituição dos VCs para os VEs? A comercialização de VEs é um importante indicador para a compreensão desse cenário e vem demonstrando evolução significativa, inclusive na participação da venda total de veículos. Em todo o ano de 2012, cerca de 130 mil carros elétricos foram vendidos no mundo (Paoli e Gül, 2022). Recentemente, esse número é muito maior. Em 2019, foram vendidos pouco mais de 2 milhões, com representação de 2,5% das vendas mundiais. O ano de 2020 foi representado pela venda de 3 milhões de VEs, aumentando para 4,1% do total de automóveis.¹¹ Em 2021, isso mais que dobrou, passando para 6,6 milhões, o que representa cerca de 9% do mercado global de veículos.¹² O gráfico 6 ilustra a venda de VEs por tipo de *powertrain* da China, dos Estados Unidos, da Europa e dos demais países, bem como a sua participação nas vendas de carros.

10. Foram notadas instabilidades, como o aumento dos preços dos materiais, para toda a indústria de veículos, por exemplo, preço de aço, alumínio e cobre, que em 2021 aumentou 100%, 70% e 33%, respectivamente. Para os carros elétricos, foi observado aumento também nos componentes para fabricar baterias, como carbonato de lítio (150%), grafite (15%) e níquel (25%). A escassez de *microchips* no mercado de carros elétricos é um grande problema, porque esses carros exigem cerca de duas vezes mais *chips* que os VCs (IEA, 2021a).

11. Esse aumento mais expressivo na participação da venda de carros elétricos foi um contraste da lentidão do mercado de carros global, em que as vendas gerais caíram cerca de 16% devido à crise da covid-19 (Paoli e Gül, 2022).

12. Disponível em: <<https://bit.ly/3MUXjim>>. Acesso em: 31 out. 2022.

GRÁFICO 6**Vendas globais e participação dos VEs nas vendas de veículos (2016-2021)**

Fonte: IEA (2022b).

Elaboração das autoras.

As vendas globais de VEs em 2021 foram dominadas pela China, pela Europa e pelos Estados Unidos, que juntos corresponderam a 96% do total. A China lidera a venda de VEs desde 2015 e teve a maior participação em 2018, quando vendeu aproximadamente 55% de todos os bens comercializados. Contudo, só experimentou aumento mais expressivo em 2021,¹³ saindo de 1,2 milhão em 2020 para cerca de 3,4 milhões (82% VEBs), o que a fez vender mais em 2021 do que o mundo em 2020. Dentro da oferta de veículos chineses, esse número elevado representou 16% do que foi vendido, participação muito superior ao ano anterior, de apenas 5%. A Europa recuperou o crescimento da participação na venda global a partir de 2018, aumentando a quantidade vendida em torno de 70% em 2021,¹⁴ o que chegou a 2,3 milhões de VEs.¹⁵ Vale destacar que em 2021 a Europa, além de possuir a maior taxa de participação nas vendas (17%), apresentou comercialização mais equilibrada, com 56% de VEBs e 44% de VEHPs. Apesar de a participação dos Estados Unidos ter caído constantemente desde 2013, inclusive com taxas de crescimento negativas em 2019 e 2020, em 2021

13. A China ofereceu o portfólio mais amplo, com quase trezentos modelos disponíveis, em comparação com 184 na Europa e quase 65 nos Estados Unidos (IEA, 2022b).

14. O maior mercado na Europa em 2021 foi a Alemanha, onde mais de um em cada três carros novos vendidos em novembro e dezembro era elétrico. A Alemanha oferece alguns dos maiores subsídios da Europa (Paoli e Gül, 2022).

15. Cerca da metade eram VEHPs (Paoli e Gül, 2022).

a evolução foi de aproximadamente 123%, chegando a cerca de 580 mil automóveis vendidos¹⁶ (74% de VEBs).

Para outros importantes *players* do segmento, a situação é bem diferente. Na Coreia, por exemplo, a participação na venda mundial de VEs ficou abaixo de 8% em 2021. No Japão, a parcela do mercado foi ainda menor; nos três últimos anos, não chegou a 1% (Paoli e Gül, 2022). Em grandes economias, como Brasil, Índia e Indonésia, esses carros representam menos de 0,5% das vendas totais, mesmo com tendência de crescimento nos últimos anos. A ausência de infraestrutura de carregamento amplamente acessível e fraco impulso regulatório também contribuem para os níveis baixos de participação em mercados emergentes e economias em desenvolvimento (IEA, 2022b).

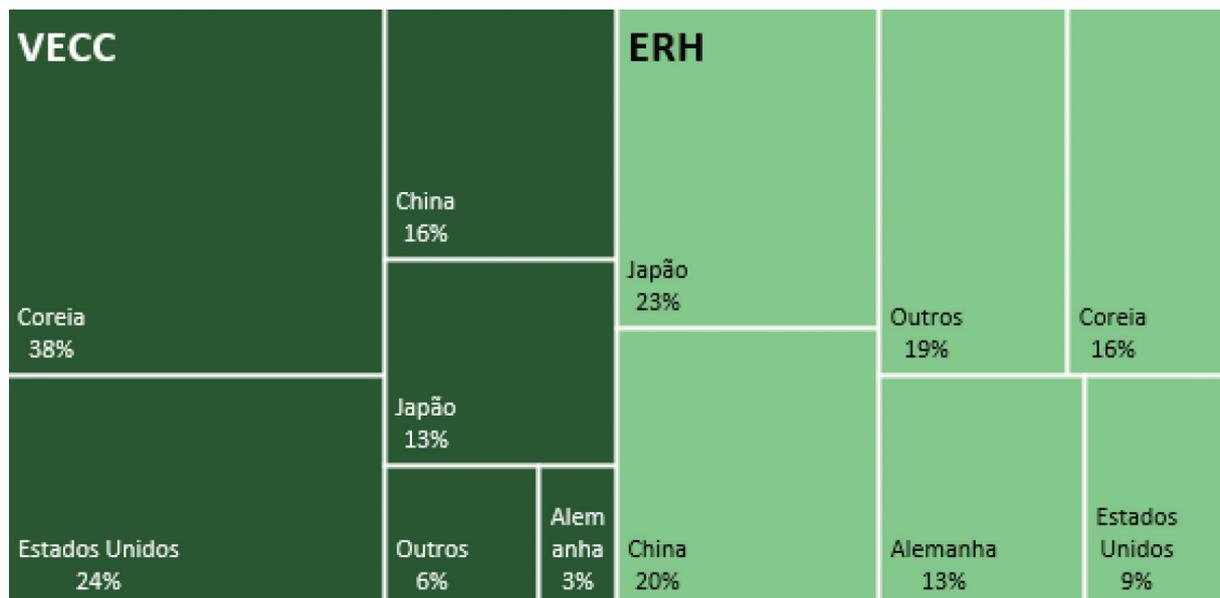
É interessante mencionar que o preço médio ponderado dos VEs, considerando-se as vendas globais em 2021, é muito menor para um VEB, que é vendido em média por US\$ 36 mil, do que para um VEHP, de US\$ 51 mil. Como a China tem níveis de comercialização muito elevados e pratica preços mais reduzidos devido a seu forte mercado de VEBs, com modelos pequenos e médios, custos de produção mais baixos e cadeias de valor de baterias domésticas mais integradas, tais fatores desviam significativamente esses preços médios para baixo. Ao retirar a China do cálculo, o preço médio do VEB fica em torno de US\$ 50 mil e do VEHP, US\$ 57 mil (IEA, 2022b).

Os VECCs, entretanto, enfrentam algumas barreiras que os colocam em escalas muito inferiores de vendas em relação aos VEBs e aos VEHPs. Isso inclui os seguintes fatores: poucos modelos comerciais disponíveis; elevados preços de compra e de combustíveis; e baixa oferta de estações de reabastecimento de hidrogênio (ERHs). Em 2021 existiam 51.600 VECCs nas estradas e 730 ERHs espalhadas pelo mundo, e os países com maior influência nesse segmento estão na Ásia, além dos Estados Unidos e da Alemanha.

16. A Tesla responde por mais da metade de todos os carros elétricos vendidos, e geralmente há menos modelos disponíveis nos Estados Unidos do que em outros grandes mercados (IEA, 2022b).

GRÁFICO 7

Participação no estoque global de VECCs e nas ERHs, por região (2021)
(Em %)



Fonte: IEA (2022b).

Elaboração das autoras.

Obs.: 1. Em verde escuro, VECCs; e, em verde claro, ERHs.

2. Gráfico cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Só os países asiáticos detêm 67% dos VECCs e 59% das ERHs (gráfico 7), mas, diferentemente dos VEBs e dos VEHPs, o estoque de VECCs se concentra principalmente na Coreia (mais de 19 mil veículos), e as ERHs estão localizadas, em sua maioria, no Japão (168 estações). A China,¹⁷ para esse tipo de VE, tem participação terciária nos estoques de VECCs (16%, 8.256 veículos) e secundária nas ERHs (20%, cerca de 146). Os Estados Unidos têm participação considerável nos estoques, com 12 mil veículos, além de 64 ERHs, mas fica atrás da Alemanha, a qual tem 95.

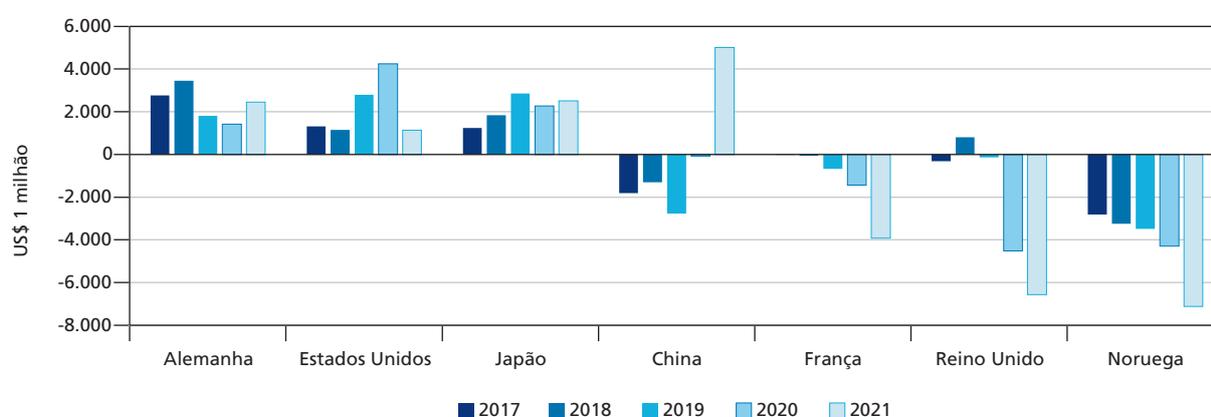
De outra perspectiva das vendas, com o intuito de identificar os principais exportadores e importadores de VEs no cenário internacional, o gráfico 8 traz a balança comercial de importantes *players* do segmento, a partir dos seus fluxos de sete produtos

17. Embora veículos pesados não estejam incluídos no gráfico 8, vale ressaltar que a China dispõe da maior frota de ônibus e caminhões com células de combustível, com um estoque combinado de mais de 8.400 veículos. Posto de outra forma, ela responde por quase 90% dos ônibus de célula de combustível em todo o mundo e mais de 95% dos caminhões de célula de combustível (IEA, 2022b).

selecionados, desagregados ao nível de seis dígitos do sistema harmonizado de classificação de mercadorias. Essa informação contribui para o entendimento das trocas comerciais de forma simplificada, ou seja, não se consideram as partes separadas, somente os veículos.¹⁸

GRÁFICO 8

Balança comercial de VEs em países selecionados (2017-2021)



Fonte: World Integrated Trade Solution (Wits). Disponível em: <<https://bit.ly/3A8TgY7>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

Elaboração das autoras.

Obs.: Ficaram de fora do gráfico grandes exportadores, como Bélgica, Coreia e Eslováquia, e importantes importadores, a exemplo da Holanda e da Suécia.

Alemanha, Estados Unidos e Japão tiveram sucessivos superávits na balança comercial dos VEs que compõem o gráfico 8. Em contrapartida, Noruega e França tiveram déficits em todo o período. O Reino Unido, embora tenha demonstrado balança comercial relativamente equilibrada entre 2017 e 2019, nos últimos dois anos, obteve déficits expressivos. A China, pelo contrário, teve maiores déficits entre 2017 e 2019,

18. Esses dados são compostos pelos fluxos dos seguintes produtos a seis dígitos do sistema harmonizado de classificação de mercadorias: i) 8702.20 – veículos equipados para propulsão, simultaneamente, com um motor de pistão de ignição por compressão (*diesel* ou *semidiesel*) e um motor elétrico; ii) 8702.30 – veículos equipados para propulsão, simultaneamente, com um motor de pistão alternativo de ignição por centelha (faísca) e um motor elétrico; iii) 8702.40 – veículos unicamente com motor elétrico para propulsão; iv) 8703.50 – outros veículos equipados para propulsão, simultaneamente, com um motor de pistão de ignição por compressão (*diesel* ou *semidiesel*) e um motor elétrico; v) 8703.60 – outros veículos equipados para propulsão, simultaneamente, com um motor de pistão alternativo de ignição por centelha (faísca) e um motor elétrico, suscetíveis de serem carregados por conexão a uma fonte externa de energia elétrica; vi) 8703.70 – outros veículos equipados para propulsão, simultaneamente, com um motor de pistão de ignição por compressão (*diesel* ou *semidiesel*) e um motor elétrico, suscetíveis de serem carregados por conexão a uma fonte externa de energia elétrica; e vii) 8703.80 – outros veículos equipados unicamente com motor elétrico para propulsão.

TEXTO para DISCUSSÃO

recuperando-se em 2020; em 2021 atingiu um superávit mais elevado do que todos os países da amostra. Em 2021, Alemanha, Estados Unidos, China, Japão, França, Reino Unido e Noruega foram responsáveis por aproximadamente 23,0%, 10,0%, 8,0%, 4,0%, 4,0%, 3,0% e 0,01% das exportações mundiais e por 21,0%, 9,0%, 3,0%, 1,0%, 8,0%, 9,0% e 7,0% das importações globais desses produtos, respectivamente.¹⁹

Embora o país com maior participação no registro de vendas mundial de VEs seja a China (gráfico 6), a montadora com maior número de vendas não é chinesa, mas sim norte-americana. A tabela 1 traz as cinco montadoras com maior número de VEs vendidos em 2021; a Tesla está em primeiro lugar, com quase 1 milhão, seguida por Volkswagen (VW), BYD, General Motors (GM) e Stellantis.

TABELA 1

As cinco montadoras com as maiores vendas globais de VEs por região (2021)

(Em 1 mil veículos)

Fabricante	Mundo	Europa	China	Estados Unidos	Outros
Tesla	936	170	321	352	93
VW Group	763	549	154	44	15
BYD	598	1	595	0	2
GM	517	0	486	25	6
Stellantis	385	324	14	42	5

Fonte: Paoli e Gül (2022).

Elaboração das autoras.

A Tesla é a fabricante dos carros elétricos mais vendidos do mundo (Tesla Model Y e Tesla Model 3), sendo avaliada recentemente em US\$ 1 trilhão. Os seus principais mercados consumidores são Estados Unidos, China e Europa, com cerca de 38%, 34% e 18%, respectivamente. A Volkswagen alemã e a Stellantis franco-italo-americana têm a Europa como centro das suas vendas, e a BYD chinesa e a GM estadunidense têm como principal mercado a China.

19. Disponível em: <<https://bit.ly/3A8TgY7>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

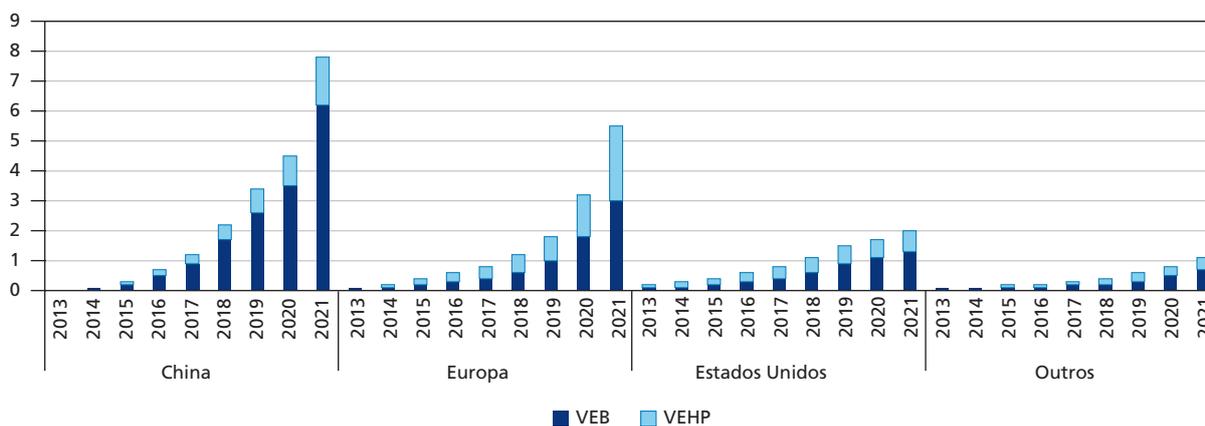
Todavia, é importante destacar alguns fatores que conferem à China grande importância para as principais montadoras. O primeiro ponto é que, atrás dessa história de sucesso estadunidense nomeada Tesla, há outra história tão relevante quanto, qual seja, a do poder fabricante chinês. A fábrica da Tesla na China, em Xangai, agora produz mais carros do que sua fábrica na Califórnia, local de origem (Pattisson e Firdaus, 2021). O segundo é que alguns componentes, como baterias, são produzidos na China, e os minerais que alimentam as baterias são refinados e extraídos por empresas chinesas. A empresa CATL, por exemplo, é considerada a principal fornecedora de baterias para VEs, e sua oferta equivale a um terço das baterias de VEs do mundo, fornecendo baterias de íons de lítio para Tesla, Peugeot, Hyundai, Honda, BMW, Toyota, Volkswagen e Volvo.²⁰

As informações sobre as vendas (gráfico 6) refletem também o consumo de VEs. Em 2021 havia 16,5 milhões de VEs nas estradas e, novamente, China, países da Europa e Estados Unidos se destacaram, dessa vez com as maiores frotas de VEs do mundo. Juntos, corresponderam a 96% dos estoques de VEBs e 92% de VEHPs, como ilustra o gráfico 9.

GRÁFICO 9

Estoque global de VEs (2013-2021)

(Em 1 milhão)



Fonte: IEA (2022b).

Elaboração das autoras.

Obs.: "Outros" é um agrupamento com Austrália, Brasil, Canadá, Chile, Índia, Japão, Coreia, Malásia, México, Nova Zelândia, África do Sul e Tailândia. A Europa neste gráfico inclui União Europeia, Noruega, Islândia, Suíça e Reino Unido.

20. Disponível em: <<https://bit.ly/3N4Lje2>>. Acesso em: 9 out. 2022.

TEXTO para DISCUSSÃO

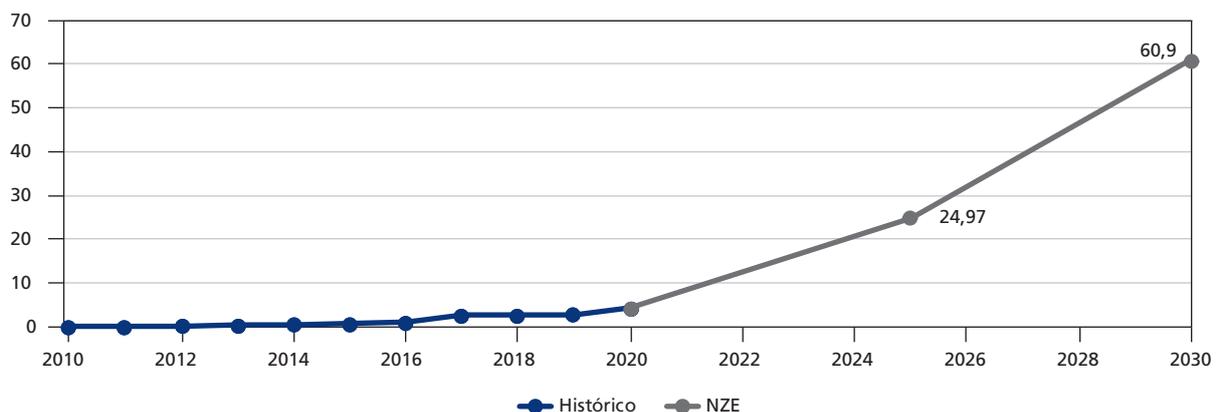
A China, como já foi dito, é o maior mercado consumidor de VEs, sobretudo de VEBs. O descolamento da China com o resto do mundo em relação aos VEBs começou ainda em 2016; em 2021 deteve 59% do estoque mundial. A Europa e os Estados Unidos mantiveram participações semelhantes no estoque global de VEBs, e, somente a partir de 2019, a maior fatia ficou com a Europa, com participação próxima a 27% em 2021 contra 12% dos Estados Unidos. Em se tratando de VEHPs, o panorama é ligeiramente diferente. A Europa é a maior detentora desse tipo de veículo,²¹ tomando a liderança a partir de 2017. Apesar de China, Estados Unidos e “outros” terem aumentado seus estoques, o crescimento da Europa a fez alcançar participação equivalente a 48% em 2021. A China detém a segunda maior participação, em torno de 31%, seguida pelos Estados Unidos, com aproximadamente 13%.

O que essa evolução das vendas de VEs e o consequente aumento dos estoques representam no âmbito das emissões de GEEs e das mudanças climáticas? Embora tenha havido crescimento significativo no número de VEs vendidos, os resultados ainda estão longe do necessário para alcançar o cenário de NZEs, como ilustra o gráfico 10.

GRÁFICO 10

Participação das vendas de carros elétricos no cenário NZEs (2000-2030)

(Em %)



Fonte: IEA (2021a).

Elaboração das autoras.

21. Isso pode refletir uma estratégia corporativa entre as montadoras europeias e os fabricantes de equipamentos originais (OEMs) para oferecer versões VEHPs de muitos modelos de carros grandes e sofisticados com o objetivo de capitalizar sua experiência no desenvolvimento de transmissões convencionais, enquanto sua experiência em *powertrains* elétricos é mais recente. Além disso, a estrutura de regulamentação de CO₂ na Europa torna os VEHPs muito atraentes para OEMs em termos de conformidade (IEA, 2022b).

Apesar dos avanços das vendas de VEs a partir de 2016, sobretudo em 2020, quando chegou a 4,31%, existe um longo caminho a percorrer. Para 2025, espera-se que aproximadamente 25% da produção seja de carros elétricos e que, em 2030, esse valor esteja em cerca de 61%, o que implicaria aproximadamente 300 milhões de automóveis elétricos nas estradas. Esses dados levantam um questionamento fundamental: “Será possível alcançar o cenário de emissões líquidas zero para o setor automobilístico até 2050?”.

Para isso, os países devem ter alto nível de comprometimento com a eletrificação do setor automobilístico, bem como reduzir as emissões de GEEs por outras vias relacionadas e desvinculadas do segmento. Essas questões envolvem desde tomadas de decisão sobre o mercado até reformas estruturais em diversos setores da economia. No primeiro caso, um exemplo básico foi a redução do consumo de combustíveis fósseis e das emissões de CO₂ em 2021, decorrente do aumento nas vendas de carros elétricos, o que foi de certa forma compensado pelo aumento paralelo das vendas de *sport utility vehicles* (SUVs) convencionais (Paoli e Gül, 2022). Outro ponto importante, que depende de transformações profundas, é que grandes *players* da indústria de VEs, como Estados Unidos, Alemanha, Japão e China, estão entre os principais emissores de CO₂ do mundo,²² e o transporte tem parcela relevante nas emissões desse gás – aproximadamente 30%, 20%, 17% e 8%,²³ respectivamente.²⁴

Por isso, mais do nunca, as políticas governamentais devem continuar sendo a força do mercado mundial de carros elétricos, apoiando, inclusive, anúncios, metas e lançamentos de novos modelos, o que ajuda a fortalecer a visão de que o futuro dos carros é elétrico. Afinal, uma forma de os países e as empresas sinalizarem ao mundo e aos mercados o comprometimento com a eletrificação ocorre por meio dos anúncios de políticas, do estabelecimento de metas de eliminação gradual dos veículos a combustão e da participação esperada de VEs nas vendas de automóveis, que serão tratadas na próxima subseção.

3.1 Políticas para a retirada de veículos a combustão interna dos principais países da indústria de VEs

As primeiras ações concretas para eletrificação do setor automobilístico iniciaram no âmbito da Conferência de Mudanças Climáticas de Paris, em 2015 (também conhecida

22. Em 2020, a China foi a responsável por cerca de 31% das emissões mundiais de CO₂; os Estados Unidos, 14%; o Japão, 3%; e a Alemanha, 2%. Disponível em: <<https://bit.ly/3KOa7o1>>. Acesso em: 9 out. 2022.

23. Dados de 2018.

24. Disponível em: <<https://bit.ly/3KOa7o1>>. Acesso em: 9 out. 2022.

TEXTO para DISCUSSÃO

como COP21), nomeada “Iniciativa de veículos de emissão zero”. Teve como principal objetivo atingir emissões zero para todos os automóveis de passageiros até 2050, mobilizando diversos países a incorrerem em declarações de proibição de combustão. A declaração de “sem combustão” funciona como um guia direcional, destinado a fornecer às empresas e/ou aos consumidores indicação definitiva de que a queima decorrente dos veículos a combustível tradicional chegará ao fim (An *et al.*, 2019). Posto de outra maneira, a retirada desses automóveis, sobretudo dos movidos a gasolina, é uma tendência mundial irreversível, e as empresas precisam fazer implantações estratégicas para se adaptarem a essa nova orientação, bem como os consumidores precisam mudar sua consciência para a escolha do veículo.

O quadro 1 traz as principais declarações de cidades e países após a COP21 sobre a retirada de veículos a combustão convencional.²⁵ Nações como Noruega, Países Baixos, Alemanha e Reino Unido propuseram planos por meio de propostas, documentos nacionais de planejamento, estratégias do setor de transporte ou acordos escritos. Outras, contudo, contam com declarações orais de funcionários das autoridades competentes.

QUADRO 1

Resumo dos planos de proibição de veículos a combustão em países, regiões e cidades ao redor do mundo após a COP21

Área “sem combustão”	Tempo proposto	Forma de apresentação	Tempo de implementação	Vendas proibidas
Países Baixos	2016	Movimento	2030	Carros de passeio a gasolina/ <i>diesel</i>
Noruega	2016	Plano nacional	2025	Veículos a gasolina/ <i>diesel</i>
Paris, Madri, Atenas, Cidade do México	2016	Prefeito assina acordo de ação	2025	Carro a <i>diesel</i>
Califórnia – Estados Unidos	2018	Decreto do governo	2029	Ônibus de combustível
Alemanha	2016	Movimento	2030	Locomotiva a <i>diesel</i>
França	2017	Declaração oficial	2040	Veículos a gasolina/ <i>diesel</i>

(Continua)

25. As declarações apresentadas não significam a adesão dos países ao calendário estabelecido pelas sucessivas conferências-quadro das Nações Unidas. Atualmente existe um número muito maior de declarações.

(Continuação)

Área "sem combustão"	Tempo proposto	Forma de apresentação	Tempo de implementação	Vendas proibidas
Reino Unido	2017/2018	Declaração oral oficial/estratégia do setor de transportes	2040	Veículos a gasolina/ <i>diesel</i>
Escócia – Reino Unido	2017	Documentos governamentais	2032	Veículos a gasolina/ <i>diesel</i>
Índia	2017	Declaração oficial	2030	Veículos a gasolina/ <i>diesel</i>
Taiwan – China	2017	Plano de ação do governo	2040	Veículos a gasolina/ <i>diesel</i>
Irlanda	2018	Declaração oficial	2030	Veículos a gasolina/ <i>diesel</i>
Israel	2018	Declaração oficial	2030	Automóveis importados a gasolina e <i>diesel</i>
Roma – Itália	2018	Declaração oficial	2024	Carro a <i>diesel</i>
Hainan – China	2018	Planejamento do governo	2030	Veículos a gasolina/ <i>diesel</i>
Los Angeles, Oslo, Paris, Londres (mais 22 cidades)	2017	Declaração empresarial	2030	Veículos a combustíveis fósseis

Fonte: An *et al.* (2019).

Elaboração das autoras.

Houve ampla mobilização, em termos de declaração de proibição de veículos a combustão, em âmbito nacional, de prefeitura, de setor ou de movimentos civis, com intervalos temporais para concretizar tal objetivo entre 2024 e 2050. Essas declarações demonstraram reconhecimento e aceitação mundial da necessidade de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas por meio do setor de transportes. Tendo em vista que existem países na vanguarda do segmento de VEs, o estudo de An *et al.* (2019) sobre o planejamento de proibição de veículos a combustão na China buscou elencar as metas de desenvolvimento de algumas nações, que contribuirão para compreender e nortear como elas evoluirão nos próximos anos.

Os Estados Unidos, com base no Plano de Desenvolvimento de Veículos Elétricos 2022, propôs introduzir uma série de políticas fiscais e não fiscais para incentivar o consumo interno de VEs, a exemplo da proposição da redução de 30% no custo de compra desses carros. Além disso, as medidas direcionadas à parte a jusante da cadeia exigem, entre outras coisas, suporte a atualizações na infraestrutura de carregamento e integração

de rede elétrica. A região da Califórnia, por exemplo, implementará um sistema de crédito para os veículos de emissão zero (VEZs) e propõe que a proporção desse crédito atinja 22% até 2025, ou cerca de 1,5 milhão de veículos. Atualmente os Estados Unidos pretendem garantir que metade de todos os meios de transporte novos vendidos tenham emissões zero até 2030,²⁶ bem como uma rede de 500 mil carregadores para tornar essa meta possível (Rubio-Licht e Roach, 2022; IEA, 2022b). Além disso, em outubro de 2022, a Lei de Redução da Inflação foi sancionada, consagrando uma nova estrutura para créditos fiscais de VEs, que promoverá impulso à mineração crítica doméstica (Jenkins, 2022).

A Europa, de modo geral, sempre dispôs de metas mais ambiciosas, por ser considerada o ponto focal das discussões sobre mudanças climáticas. Como resultado disso, o crescimento nas vendas de VEs em 2021 foi parcialmente estimulado por novos padrões de emissões de CO₂; além disso, os subsídios para compra de carros elétricos foram elevados. Uma das metas mais recentes é zerar o padrão de emissão de CO₂ para carros novos até 2035 (Paoli e Gül, 2022). Inclusive, no início de 2022, a União Europeia votou a proibição das vendas de novos veículos com motor a combustão interna até 2035 (Rubio-Licht e Roach, 2022).

Com relação ao histórico de políticas dos países europeus, tem-se o estabelecimento de um plano nacional para promoção de VENs pelo governo federal alemão, ainda em 2009, o qual propôs que o seu número chegasse a 1 milhão até 2020, a 5 milhões até 2030 e, finalmente, alcançasse a meta de veículos sem combustível no trânsito urbano até 2050. Aliado a isso, o governo da Alemanha estabeleceu a Plataforma Nacional de Veículos Elétricos para completar o planejamento de veículos. O governo da França, por sua vez, elaborou uma série de planos em 2009 para desenvolver VEs e VEHPs, propondo a produção de 2 milhões de automóveis de energia limpa até 2020. Esses planos englobam estratégias de P&D, bateria, construção e instalação de carregamento e elevados subsídios de € 5 mil por “carro ecológico” com emissões de CO₂ inferiores a 60 g/km; € 1,5 bilhão para apoiar as instalações de carregamento (cerca de 1 milhão de estações de carregamento até 2015 e 4 milhões em 2020); e suporte a grandes empresas, sobretudo as dominantes no setor automobilístico, para construção de usinas de energia e fabricação de VEs (An *et al.*, 2019).

O governo do Reino Unido estabeleceu, em 2009, o Low Emission Vehicle Office e, em 2013, implementou a Estratégia de Desenvolvimento de Veículos de Emissão Ultrabaixa, propondo que até 2030 a frota do governo central fosse inteiramente composta por veículos de emissão ultrabaixa e que até 2050 isso incluísse todos os carros

26. Alguns estados, como Califórnia e Nova Iorque, estabeleceram metas ainda mais agressivas (Rubio-Licht e Roach, 2022).

de passeio e caminhões. Além disso, o Departamento de Transportes do Reino Unido liderou o lançamento do programa Zero Emissions, o plano proposto para interromper as vendas de carros movidos a combustíveis tradicionais até 2040, detalhando as metas específicas do programa e as ações de apoio, o que incluiu ampliação de subsídios para VENs existentes, incentivo à instalação de recargas e fornecimento de £ 246 milhões para apoiar a P&D de baterias (An *et al.*, 2019). Ademais, o Reino Unido pretende encerrar a venda de novos veículos movidos a gás até 2030 e espera que todos os novos carros e *vans* sejam totalmente zero emissões até 2035. Para dar suporte a essa transição, em março de 2022, o país prometeu £ 1,6 bilhão para ajudar a construir uma rede nacional de 300 mil estações de carregamento.

Destaque também vai para a Noruega, um dos países com maior número de VENs *per capita* do mundo, com cerca de 54% em 2020. Nesse cenário, as ambições do governo são ainda maiores; até 2025, planeja-se que os VENs representem 100% das vendas de veículos e que a venda de VCI seja totalmente proibida. Dessa forma, a maior motivação para tal desenvolvimento é reduzir a emissão de GEEs e alcançar a meta de diminuir as emissões de CO₂ dos automóveis. De acordo com o planejamento, essas emissões serão reduzidas de 130 g/km (medidas de 2012) para 85 g/km em 2020; até 2050, pretende-se alcançar emissões zero (An *et al.*, 2019). O Japão, contudo, tem políticas baseadas na sua escassa disponibilidade de fontes de energia. Em 2006, foi proposta a meta de reduzir a dependência do petróleo no setor de transportes de 100% para 80% até 2030. Como resultado, VEs e padrões para economia de combustíveis foram implantados no país. Por sua vez, em 2016, o Ministério da Economia do mencionado país lançou o Roteiro VE e VEHP propondo a promoção de 1 milhão de VEs e VEHPs até 2020. Entretanto, estima-se que até 2030 as vendas de veículos de nova geração (incluindo VEHs e veículos a *diesel* limpos) atingirão de 50% a 70% do total de vendas, tendo em vista que os equipamentos de carregamento já são popularizados em 40% das áreas residenciais. Por fim, o plano mais recente do Japão é que todos os carros novos sejam elétricos até 2035 (An *et al.*, 2019; Rubio-Licht e Roach, 2022).

A China vem demonstrando interesse no desenvolvimento de VENs em diversos documentos, a exemplo do Plano de Conservação de Energia e Desenvolvimento de Veículos de Energia Nova (2012-2020), do Plano de Desenvolvimento de Médio e Longo Prazo para a Indústria Automobilística (2017-2025), do MiC25, dos planos quinquenais, do Roteiro Técnico para Economia de Energia e Veículos de Energia Nova, entre outros. Essas políticas serão abordadas com mais detalhes na seção 5, que trata das iniciativas específicas da China.

Essas e outras medidas nacionais adotadas por Estados Unidos, União Europeia, Alemanha, França, Reino Unido e Japão estão resumidas no quadro 2A, destinadas a

TEXTO para DISCUSSÃO

VEs, e no quadro 2B, a respeito das metas de carregamento para esses veículos. Essas políticas assumem diversas formas, por exemplo, padrões de economia de combustível e de emissões de CO₂; roteiros de implantação; e metas e ambições de vendas ou estoque, mas não consideram medidas fiscais, como subsídios, incentivos fiscais, impostos sobre carbono ou instrumentos de política similares.

QUADRO 2

Resumo das principais medidas e metas de política nacional de países selecionados que apoiam a implementação e o carregamento de VEs

2A – Países selecionados que apoiam a implementação

País	Principais medidas e metas de política	Ano de anúncio	Categoria
Estados Unidos	Legislação: normas para reduzir as emissões de GEEs de VEs em 1,5% ao ano a partir de 2021/2022; 10,0% até 2022/2023; 5,0% até 2023/2024; e 6,6% até 2025/2026.	2021	VLs
	Standard Corporate Average Fuel Economy (Cafe): melhorar a economia média de combustível da frota de VEs em 1,5% até 2022/2023; em 8,0% até 2024/2025; e em 10,0% até 2026.		VLs
	Ambição: 100% de participação de VEZs nas compras de veículos do governo federal até 2035, incluindo 100% de participação de VEZs em aquisições de VEs até 2027.		Várias categorias de veículos
	Ambição: 50% de participação de VEs nas vendas de VEs de passageiros até 2030.		VLs
	Padrão de emissão de CO ₂ da fase 2: de 432 g a 627 g CO ₂ /bhp-hr (tratores, veículos vocacionais e motores de ignição por centelha) e de 48,3 g a 413,0 g CO ₂ /tonelada-milha (todos os outros) para vários veículos comerciais pesados, o que objetiva reduzir as emissões de CO ₂ em 5% a 27% em 2027 (dependendo da categoria e do peso do veículo) em comparação com 2017. Resulta em padrão mais rigoroso, reduzindo as emissões de CO ₂ em mais 1,5% em comparação com o padrão original, e cria um novo padrão de emissões para 2030.	2022	VPs

(Continua)

(Continuação)

País	Principais medidas e metas de política	Ano de anúncio	Categoria
União Europeia	Padrão de emissões de CO ₂ para carros novos: 95 g CO ₂ /km a partir de 2020.	2019	VLs
	As normas de emissões de CO ₂ para novos veículos comerciais pesados devem ser reforçadas em 15% até 2025 e em 30% até 2030 (período de referência: 2019/2020).		VPs
	Revisão da Diretiva de Combustíveis Limpos, incluindo requisitos mínimos para aquisição agregada de ônibus urbanos (de 24% a 45% em 2025 e de 33% a 65% em 2030) e para caminhões (de 6% a 10% em 2025 e de 7% a 15% em 2030); a percentagem varia entre os Estados-membros.		VPs
	Meta: estoque de 13 milhões de VEZs de passageiros até 2025.		VLs
	Metas voluntárias de VEZs: 15% de participação nas vendas de carros até 2025 e 35% até 2030; 15% de participação nas vendas de vans até 2025; e 30% até 2030 pelos fabricantes. Se cumprida, a meta de emissões de CO ₂ pode ser relaxada para aquele produtor.		VLs
	Ambição: pelo menos 30 milhões de estoque de VEZs de passageiros até 2030 e quase todo o estoque de VLs de passageiros e veículos comerciais pesados até 2050.	2020	Várias categorias de veículos
Alemanha	Norma de emissões de CO ₂ proposta: 55% de redução para carros e 50% para vans até 2030 (em relação aos níveis de 1990) e 100% de redução em ambas as categorias até 2035. A Comissão Europeia aguarda a aprovação do Parlamento Europeu, onde as negociações estão em andamento.	2021	VLs
	Ambição: 50% de participação de ônibus urbanos elétricos até 2030.	2020	VPs
França	Ambição: 15 milhões de VEs nas estradas até 2030.	2021	VLs
	Ambição: 200 ações comerciais pesadas de VECCs até 2023.	2018	VPs
	Ambição: de 800 a 2.200 ações comerciais pesadas de VECCs até 2028.		
	Meta: 500 mil VEHPs de passageiros; 660 mil VEBs e VECCs de passageiros; e 170 mil VEBs comerciais leves e VECCs até 2023.	2020	VLs
	Meta: 1,8 milhão de VEHPs de passageiros; 3,0 milhões de VEBs e VECCs de passageiros; e 500 mil VEBs comerciais leves e VECCs até 2028.		
Ambição: produção nacional de 2 milhões de carros elétricos e híbridos até 2030.	2021	VLs	

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

País	Principais medidas e metas de política	Ano de anúncio	Categoria
Reino Unido	Ambição: eliminar gradualmente as vendas de VLS de passageiros a gasolina e <i>diesel</i> até 2030. Todas as vendas serão de VEBs ou VECCs até 2035.	2020	VLS
	Ambição: fazer com que a frota de carros e vans do governo seja composta 100% de VEZs até 2027.	2021	VLS
	Proposta: introduzir um novo regime regulatório de emissões de CO ₂ de veículos rodoviários em 2024.		VLS
	Proposta: introduzir mandato e definir metas para que uma porcentagem das vendas de carros e vans novos sejam VEZs a cada ano a partir de 2024.		VPs
	Ambição: 30% dos VEZs em vendas de caminhões e ônibus novos até 2030 e 100% até 2040.		VPs
	Ambição: apoiar a aceitação de, pelo menos, mais 4 mil auto-carros VEZs.		VPs
	Ambição: eliminar gradualmente a venda de novos caminhões pequenos a gasolina e <i>diesel</i> até 2035 e de caminhões maiores (> 26 toneladas) até 2040.	VPs	
Noruega	Meta: 100% de participação de VEZs nas vendas de VLS de passageiros até 2025.	2016	VLS
	Meta: 100% de participação de VEZs (ou biogás) nas vendas de ônibus urbanos até 2025.		VPs
	Meta: 75% de participação de VEZs em vendas de ônibus de longa distância; 50% em vendas de caminhões; e 100% em vendas de vans pesadas até 2030.	2021	VMs/VPs
	Ambição: 30% dos VEZs em vendas de caminhões e ônibus novos até 2030 e 100% até 2040.		VMs/VPs
Japão	Meta: de 20% a 30% de participação de VEBs e VEHPs; de 30% a 40% de VEHs e 3% de VECCs nas vendas de VLS de passageiros até 2030.	2018	VLS
	Padrão de economia de combustível: 25,4 km/l para VLS de passageiros até 2030, equivalente a uma melhoria de 32,4% em relação a 2016, o que inclui VEs. Metodologia <i>well-to-wheel</i> adotada, que inclui o consumo de energia elétrica da rede para VEs.	2019	VLS
	Meta: 1,2 mil estoques de ônibus urbanos com célula de combustível até 2030.		VPs
	Padrão de economia de combustível: de 6,52 km/l a 7,63 km/l até 2025 (dependendo da classe e do peso do veículo) para veículos comerciais pesados. Objetivo de reduzir o consumo de combustível de 13,4% a 14,3% em relação ao padrão de 2015.		VPs
	Ambição: fabricação neutra em carbono, incluindo produção, uso e descarte de carros até 2050.	2020	VLS
Ambição: veículos 100% eletrificados nas vendas de VLS de passageiros até 2035.	VLS		

2B – Carregamento de VEs de países selecionados

Países	Principais medidas e metas de política	Ano de anúncio
Estados Unidos	Meta: 500 mil estações de carregamento.	2021
União Europeia	A ambição: 1 milhão de estações de carregamento acessíveis ao público até 2025 e 3 milhões até 2030.	2020
União Europeia	Regulamento proposto de infraestrutura de combustíveis alternativos: um total de pelo menos 1,0 kW de potência de carregamento fornecida para cada VEB leve registrado em um Estado-membro da União Europeia, e 0,66 kW de potência de carregamento fornecida para cada VEHP leve. Estações de carregamento de VEs para veículos leves a cada 60 km ao longo do núcleo (a ser concluída até 2030, o que consiste em nove corredores das principais rotas de longa distância focadas em ligações transfronteiriças entre os Estados-membros) Rede Transeuropeia de Transportes (RTE-T). Devem ter potência de pelo menos 300 kW para uma estação de carregamento e pelo menos um ponto de carregamento com potência individual de 150 kW até 31 de dezembro de 2025. Ter potência de pelo menos 600 kW para uma estação de carregamento e pelo menos dois pontos de carregamento com potência individual de 150 kW até 31 de dezembro de 2030. Estações de carregamento de VEs para VEs para VLs a cada 60 km ao longo do percurso (a ser concluído até 2050 com corredores e nós estrategicamente relevantes, e a rede principal faz parte dele) Rede RTE-T. Devem ter potência de pelo menos 300 kW para uma estação de carregamento e pelo menos um ponto de carregamento com potência individual de 150 kW até 31 de dezembro de 2030. Ter potência de pelo menos 300 kW para uma estação de carregamento e pelo menos um ponto de carregamento com potência individual de 150 kW até 31 de dezembro de 2035. Estações de carregamento de VEs para veículos pesados a cada 60 km ao longo da rede principal RTE-T. Devem ter potência de pelo menos 1.400 kW para uma estação de carregamento e pelo menos um ponto de carregamento com potência individual de 350 kW até 31 de dezembro de 2025. Ter potência de pelo menos 1.400 kW para um conjunto de carregamento e pelo menos duas estações de carregamento com potência individual de 350 kW até 31 de dezembro de 2030. Estações de carregamento de VEs para veículos pesados a cada 60 km ao longo da rede Trans-European Transport Network (TEN-T). Devem ter potência de pelo menos 1.400 kW para uma estação de carregamento e pelo menos um ponto de carregamento com potência individual de 350 kW até 31 de dezembro de 2030. Ter potência de pelo menos 1.400 kW para uma estação de carregamento e pelo menos um ponto de carregamento com potência individual de 350 kW até 31 de dezembro de 2035.	2021
Alemanha	A ambição: 1 milhão de estações de carregamento de VEs até 2030.	2019
	A ambição: 50 mil estações de carregamento de VEs (20 mil das quais são carregadores rápidos) até 2025.	2021

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Países	Principais medidas e metas de política	Ano de anúncio
França	Meta: 7 milhões de estações de carregamento de VEs públicas e privadas até 2030.	2015
	Meta: 100 mil pontos públicos de carregamento de VEs até 31 de dezembro de 2023.	2020
Reino Unido	Ambição: 300 mil postos de carregamento públicos até 2030.	2022
Japão	Meta: 150 mil pontos de carregamento de VEs (incluindo 30 mil carregadores rápidos) e mil postos de abastecimento de hidrogênio até 2030.	2021

Fonte: IEA. Disponível em: <<https://bit.ly/3GTcwwz>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

Elaboração das autoras.

Obs.: 1. VEs – veículos elétricos, VEBs e VEHPs.

2. VEHs – veículos elétricos híbridos; veículos eletrificados incluem VEBs, VEHPs e VEHs.

3. VEZs – veículos de emissão zero, que incluem VEBs, VEHPs e VECCs.

4. VENs – veículos de energia nova (China), que incluem VEBs, VEHPs e VECCs.

5. VLs – veículos leves (automóveis e vans); VM – veículos médios; e VP – veículos pesados.

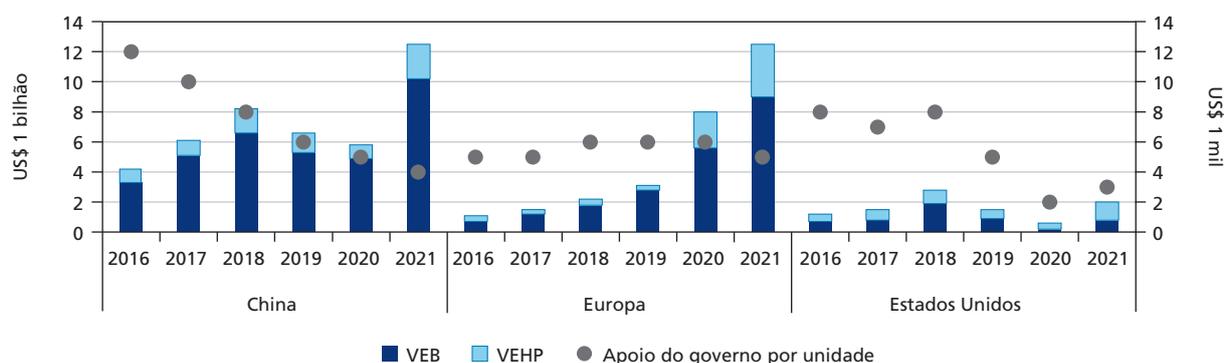
6. Legislação – compromissos juridicamente vinculativos, como regulamentos e normas.

7. Ambições – metas ou objetivos do governo (também conhecidos como metas não oficiais), conforme estabelecido em um documento de política, como roteiro ou estratégia de implantação.

8. Metas – metas governamentais anunciadas e incorporadas na legislação, compromissos orçamentários, contribuições nacionalmente determinadas para o acordo climático de Paris ou planos climáticos nacionais, como os apresentados pelos Estados-membros à União Europeia.

9. Bhp-hr – *brake horsepower-hour*.

O apoio governamental dos principais vendedores e detentores de VEs é elencado no gráfico 11. Foram desembolsados os maiores montantes na China e na Europa, em torno de US\$ 12,5 bilhões cada. Desse valor, foram destinados US\$ 4 mil por unidade de VEs na China e US\$ 5 mil na Europa em 2021.

GRÁFICO 11**Gastos do governo com VEs por tipo na China, na Europa e nos Estados Unidos (2016-2021)**

Fonte: IEA (2022b).

Elaboração das autoras.

Os gastos do governo com VEs se comportaram de forma diferente nessas regiões. No caso da China, o apoio do governo por unidade foi mais elevado nos anos iniciais e reduzido progressivamente no decorrer do tempo. Ao mesmo tempo, os gastos totais foram aumentando sucessivamente até 2018, demonstrando resposta positiva ao estímulo. A partir de 2019, o apoio por unidade já havia caído 50% se comparado a 2016, o que pode ser responsável pelos decréscimos nos gastos totais, além da desaceleração do consumo causada pela pandemia da covid-19. No entanto, em 2021 houve aumento expressivo das compras de VEs na China, que, mesmo com a redução do gasto por unidade, fez o apoio total do governo disparar. No caso da Europa e dos Estados Unidos, o apoio por unidade não teve tendência bem definida, como a de decréscimo da China, mas o consumo nos Estados Unidos demonstrou ser mais dependente de apoio por unidade do que na Europa, em que, no último ano, mesmo com a redução, os gastos totais aumentaram 46%, se comparados a 2020.

Sob a perspectiva do setor privado, ou seja, partindo do planejamento das grandes empresas automobilísticas, as metas são mais específicas e ambiciosas que as dos países apresentados no quadro 2. Os Estados Unidos, por exemplo, são um gigante automobilístico e concentram três das principais empresas produtoras de automóveis, a saber, Ford, GM e Tesla. No caso da Ford, houve a implementação do programa Inovação Estratégica para propor que a participação das vendas globais de VENs fosse de 10% a 25% das vendas totais em 2020, além do lançamento de treze novos modelos de VEs. A estimativa para o mercado chinês (70% até 2025) relaciona-se apenas a veículos híbridos, híbridos *plug-in* e elétricos puros. Adicionalmente, foi firmada uma parceria com a Honda (japonesa) para desenvolver conjuntamente sistemas de células de combustível de última geração e tecnologia de

TEXTO para DISCUSSÃO

armazenamento de hidrogênio (An *et al.*, 2019). Como metas mais recentes, a Ford espera que um terço de suas vendas seja de VEBs e planeja que 50% de todos os automóveis vendidos sejam elétricos até 2030. Isso implicaria alcançar seu objetivo de produzir 600 mil VEs por ano até 2023, sendo 45% na forma Mach Es para a China, a Europa e a América do Norte (Rubio-Licht e Roach, 2022; IEA, 2022b).

A GM planejou vender 150 mil e lançar dez novos VENs em 2020 e, em 2023, vender 500 mil e lançar 20 novos destes, englobando híbridos, híbridos *plug-in*, elétricos de alcance e estendido e elétricos puros. A GM se tornou uma das empresas automobilísticas mais engajadas com as metas de redução de GEEs e, em 2021, chegou a ser a primeira a se comprometer a vender apenas carros e caminhões com emissão zero até 2035, visando a trinta modelos de VEs e uma capacidade de produção instalada de VEBs de 1 milhão na América do Norte até 2025, bem como a neutralidade de carbono em 2040 (IEA, 2022b; Jenkins, 2022).

Por fim, a última empresa americana apontada é a Tesla. Em sua proposta, planejou atingir 500 mil veículos vendidos até 2020. As metas foram atualizadas de forma muito mais ambiciosa devido ao seu objetivo de se manter como a principal empresa do segmento. Até 2030, a Tesla pretende vender 20 milhões de VEs por ano (contra 0,94 milhão em 2021, ou seja, vinte vezes mais) e implantar 1.500 GWh de armazenamento de energia por ano (contra 4 GWh em 2021). Para isso, a empresa continuará construindo e alugando novas fábricas, como *gigafactories* no Texas e em Berlim (Tesla, 2021).

O Japão, outro país líder da fabricação automobilística, detém a Toyota, a Honda e a Nissan. A Toyota propôs planos de curto, médio e longo prazo no Environmental Challenge 2050. Além disso, destacam-se metas mais específicas, como a venda de 3,5 milhões de VEs até 2030 e o lançamento de trinta modelos de VEs (IEA, 2022b). É válido destacar que, embora a Toyota tenha alcançado a venda de milhões de veículos parcialmente eletrificados, só apresentou seu primeiro carro totalmente elétrico amplamente disponível em 2022. A Honda planeja vender mais de dois terços de VEHs, VEHPs, VEBs e VECCs até 2030, inclusive, como mencionado anteriormente, ela e a GM se uniram para desenvolver VECCs. De forma mais concreta, as medidas recentes da Honda são: produzir mais de 2 milhões de VEs por ano até 2030 e fazer toda a sua linha de emissões zero nos principais mercados até 2040 (Rubio-Licht e Roach, 2022).

A Nissan, por meio da sua estratégia denominada MOVE, considera os VEBs como importantes pontos de *layout* estratégico. Dessa forma, espera-se que os VEs (incluindo os elétricos puros e os modelos equipados com transmissões de motor e-Power) representem 40% do total das vendas no Japão e na Europa até 2022, atingindo 50% até 2025, e cerca de 35% a 40% na China. Somado a isso, a Nissan planeja lançar oito

modelos puramente elétricos, além de acelerar a eletrificação da sua marca de luxo Infiniti, cujos VEs representarão 50% das vendas totais até 2025 (An *et al.*, 2019). As metas atuais para esses mercados são de aumento da oferta, de modo que os VEs representem pelo menos 75% das vendas na Europa; 55% no Japão; e 40% na China até 2026; além de 40% nos Estados Unidos até 2030. No que diz respeito a lançamentos, a Nissan planeja introduzir 23 novos modelos e 15 novos VEs até o final da década (Rubio-Licht e Roach, 2022).

A Europa, representada principalmente por empresas de origem alemã, a exemplo da BMW, planeja lançar 25 VEHPs e aumentar a proporção das vendas globais desses veículos, para 15% a 25% até 2025, como resposta à concorrência cada vez mais intensa no mercado de VENs (principalmente da China). Atualmente, deseja que suas vendas globais sejam de 50% de VEs até 2030, estabelecendo a meta de 2 milhões até 2025 (IEA, 2022b). A Volkswagen, outra importante fabricante da Alemanha, estima a venda de 2 milhões a 3 milhões de VEs em 2025, o que representaria cerca de 20%-25% das vendas totais, incluindo o lançamento de 25 VEs em sequência. Desse número, 1,5 milhão de VENs seriam vendidos na China após 2025. Uma informação relevante diz respeito a seu comprometimento em projetar a última plataforma de motor a combustão em 2026, embora pretenda continuar a vender carros movidos a gasolina após esse período. Ainda assim, a Volkswagen planeja que 50% de todos os veículos vendidos nos Estados Unidos e na China, bem como 70% de todos os vendidos na Europa, sejam elétricos até 2030 (IEA, 2022b; Rubio-Licht e Roach, 2022).

No caso da Mercedes-Benz, o planejamento é voltado para implantações nos campos de VEBs, VEHPs e VECCs, em que, por volta de 2025, as vendas de veículos elétricos puros representarão de 15% a 25% das vendas totais. Paralelamente, essa fabricante investirá € 10 bilhões em P&D no campo de VENs e pretende lançar mais cinquenta novos modelos de VENs, sendo dez elétricos puros. Em 2019, a empresa lançou o programa, em tese revolucionário, chamado Ambition 2039, visando estabelecer frota neutra em CO₂ até 2039, com transformações em todas as etapas da cadeia de valor – desde o desenvolvimento técnico até a extração de matérias-primas, produção, vida útil e reciclagem. Dessa forma, além de se tornar a primeira fabricante de automóveis com aço livre de CO₂, está se preparando para ser totalmente elétrica até o final da década, incorporando VEs em todos os segmentos aos quais a empresa atende.²⁷

No que se refere à China, as indústrias estão se ajustando para refletir a meta de atingir o pico de carbono até 2030. A SAIC, por exemplo, está implantando VENs nos campos de automóveis de passageiros e veículos comerciais. Até 2020, era a única

27. Disponível em: <<https://bit.ly/43J8LDx>>. Acesso em: 1º nov. 2022.

empresa na China a cobrir as três rotas técnicas (VEHPs, VEBs e VECCs), e a meta do volume anual de vendas de VEN era de 600 mil no mesmo ano. O novo objetivo da SAIC é que os VEs alcancem 30% das vendas até 2025 e que em 2030 esse número represente 30 milhões de carros vendidos (IEA, 2021b). A BAIC, por sua vez, ainda em 2016, lançou um plano quinquenal com três objetivos principais: i) atingir volume anual de produção e vendas de 500 mil veículos até 2020 e alcançar capacidade produtiva superior a 800 mil veículos; ii) aderir à rota técnica de acionamento elétrico puro abrangendo veículos de passageiros e de logística; e iii) lançar dezoito tipos de veículos e eletrificar todos os veículos BAIC até 2025. Atualmente, a empresa almeja que 50% das suas vendas de automóveis seja de elétricos (IEA, 2021b). Por fim, a BYD, que sempre foi líder em tecnologias e VENs domésticos, em 2017 completou o plano de metas e atingiu a comercialização de 200 mil VENs em 2018. Os produtos da BYD abrangem veículos de passageiros, ônibus, táxis, logística, saneamento e carros oficiais, tendo como principais rotas técnicas VEBs e VEHPs. Apesar da liderança no mercado doméstico, a empresa chinesa também desenvolve VENs para o mercado externo e ocupou, em 2019, 90% do mercado de ônibus elétricos dos Estados Unidos. Recentemente, anunciou que produziria apenas VEBs e VEHPs a partir de abril de 2022 (IEA, 2022b).

4 MERCADO CHINÊS DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Sabe-se que a China é o maior mercado consumidor de veículos do mundo, cuja demanda é intensamente crescente há quase uma década. Por isso, as principais fabricantes visam fornecer seus VEs a esse mercado, visto que ele é um importante terreno para inovação tecnológica do setor automotivo. Tendo em vista a relevância da China nesse segmento, é necessário aprofundar os dados sobre a dinâmica do seu mercado interno, que refletem os principais interesses do governo.

A venda de VEs no comércio doméstico da China, por roteiro tecnológico, corrobora as informações apresentadas na seção 3. Nesse segmento, existe uma preferência, em parte causada pelos subsídios governamentais e pelo preço de venda, por automóveis puramente elétricos. De acordo com os dados de Marklines,²⁸ de 2016 a 2021, a participação dos VEBs foi em média de 67%, seguidos pelos VEHPs, com 18%, e pelos VEHs, com 15%. Os VECCs possuem participação inferior a 0,01%, com destaque ao Maxus EUNIQ 7, da fabricante chinesa SAIC.

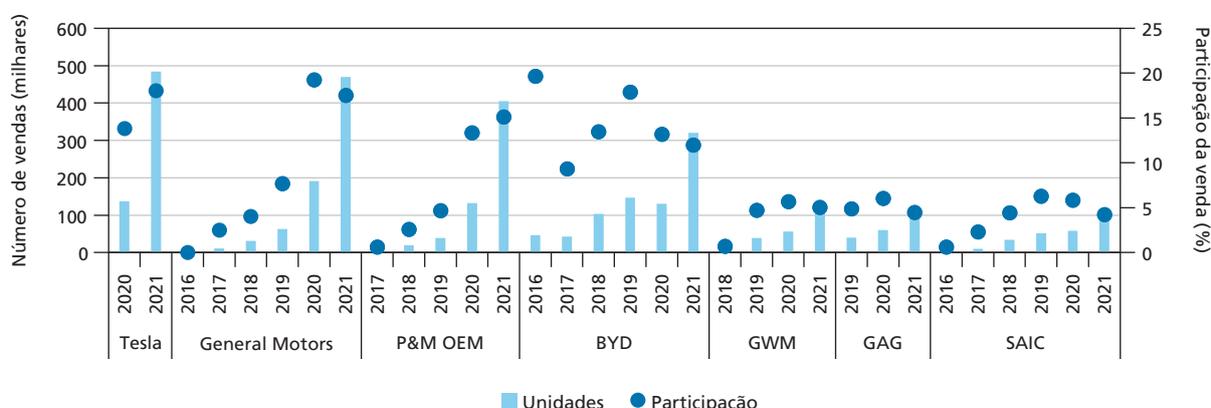
Ao observar as vendas de VEBs por fabricante, foi percebida relativa concentração nas vendas, e apenas sete fabricantes corresponderam a cerca de 76%

28. Disponível em: <<https://bit.ly/41FfSLs>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

(gráfico 12). Outra característica importante: as duas empresas com maior participação são estrangeiras, o que indica forte influência internacional, mesmo com políticas governamentais destinadas ao fortalecimento das indústrias domésticas de VEs.

GRÁFICO 12

As sete fabricantes com as maiores vendas de VEBs na China, por número de vendas e participação da venda no mercado chinês



Fonte: Marklines. Disponível em: <<https://bit.ly/41FfSLs>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

Elaboração das autoras.

Obs.: 1. P&M OEM = pequenas e médias empresas chinesas fabricantes de automóveis; GWM = Great Wall Motors; e GAG = Guangzhou Automobile Group.

2. Devido à disposição das informações na base de dados, o agrupamento P&M OEM foi considerado uma empresa.

Em 2021, a Tesla e a GM juntas representaram 36% das vendas de VEBs na China, situação muito diferente em relação a 2016, quando era dominada principalmente pela BYD, com parcela em torno de 20%, que posteriormente oscilou até seus 12% em 2021. A junção das pequenas e das médias fabricantes chinesas tiveram participação considerável, sobretudo em 2020 (13%) e 2021 (aproximadamente 15%), demonstrando importante potencial desse tipo de empresa nacional no segmento. A participação das demais empresas chinesas (GWM, GAG e SAIC) foram reduzidas, embora tenham elevado suas vendas em mais de 90%, 140% no caso da GWM, de 2020 para 2021.

Outro fator importante é a variedade ampliada da oferta de carros pequenos puramente elétricos, que contribuem para entender a quantidade de veículos vendidos, inclusive por ter como característica preço inferior aos outros tipos, bem como as principais empresas vendedoras de VEBs na China. A tabela 2 demonstra a lista dos dez carros puramente elétricos mais vendidos na China em 2021.

TABELA 2**Dez VEBs mais vendidos na China (2021)**

Modelo	Grupo	Tipo	Unidades	Participação (%)
Wuling Hongguang MINI EV	GM	Sedan/hatchback	426.482	15,91
Model 3	Tesla	Sedan/hatchback	283.999	10,59
Model Y	Tesla	SUV	200.131	7,47
Han	BYD	Sedan/hatchback	87.189	3,25
eQ1	Cherry	Sedan/hatchback	77.159	2,88
Benni	Changan	Sedan/hatchback	76.438	2,85
AionS	Guangzhou	Sedan/hatchback	69.220	2,58
ORA R1	GWM	Sedan/hatchback	63.492	2,37
Xpeng P7	Xpeng	Sedan/hatchback	60.569	2,26
Qin PLUS	BYD	Sedan/hatchback	56.151	2,09

Fonte: Marklines. Disponível em: <<https://bit.ly/41FfSLs>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

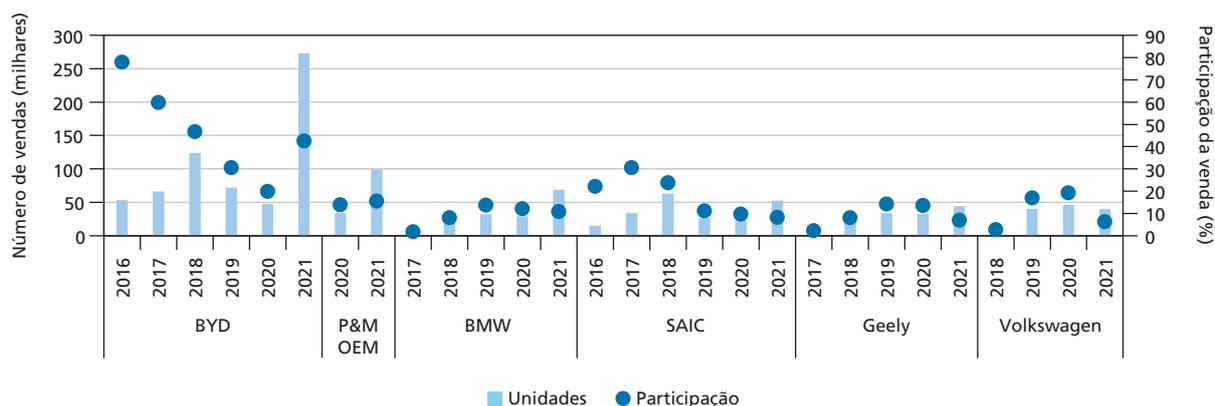
Elaboração das autoras.

Com exceção do Model Y, da Tesla, que é um SUV, os carros mais vendidos foram pequenos. O grande destaque desse grupo é o Wuling Hongguang Mini EV, da GM, que representou cerca de 16% das vendas no mencionado ano, oferecendo ponto de entrada acessível para novos clientes (IEA, 2021a). O Model 3, da Tesla, embora tenha sido vendido 50% menos que o Wuling, apresentou participação expressiva – em torno de 10,6%. Todos os demais VEBs presentes na tabela 2 são fabricados por empresas nacionais e juntos somaram mais de 490 mil carros vendidos, que corresponderam a 18,3% das vendas.

No caso dos VEHPs (gráfico 13), 90% das vendas ficaram a cargo de seis empresas em 2021, e a gigante chinesa BYD foi a fabricante com maior participação de mercado, seguida pelas pequenas e médias empresas domésticas.

GRÁFICO 13

As seis fabricantes com as maiores vendas de VEHPs na China, por número de vendas e participação da venda no mercado chinês



Fonte: Marklines. Disponível em: <<https://bit.ly/41FfSLs>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

Elaboração das autoras.

Obs.: Devido à disposição das informações na base de dados, o agrupamento P&M OEM foi considerado uma empresa.

A BYD teve a maior participação em todo o período analisado. Em 2016, a sua participação representava cerca de 78%. Em seguida, apresentou tendência de queda até 2020 e chegou a apenas 20%, mas se recuperou em 2021, alcançando 43%. As P&Ms, embora tenham se inserido efetivamente na venda desse roteiro tecnológico somente em 2020, compuseram a segunda maior participação em 2021, em torno de 15%. A BMW, apesar de ter aumentado suas vendas em 138% de 2020 para 2021, apresentou queda na participação, assim como a Volkswagen. As demais empresas chinesas, SAIC e Geely, tiveram participações em torno de 8% em 2021.

Diferentemente dos VEBs, os VEHPs mais vendidos são, sobretudo, carros maiores, do tipo SUV, os quais representaram quase metade das vendas totais de VEHPs em 2021, como mostra a tabela 3.

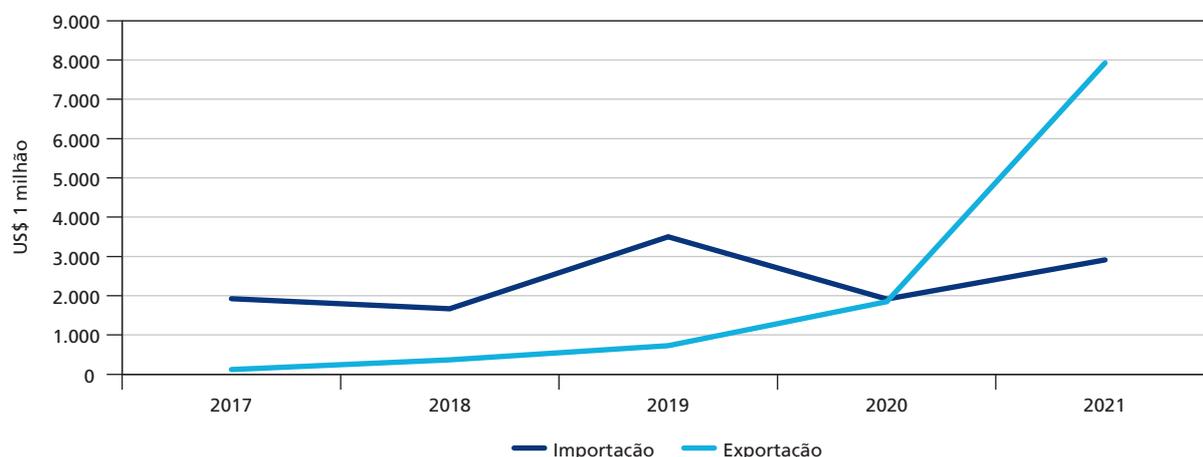
TABELA 3
Dez VEHPs mais vendidos na China (2021)

Modelo	Grupo	Tipo	Unidades	Participação (%)
Qin PLUS DM-i	BYD	Sedan/hatchback	113.656	17,70
Li One	Li Auto	SUV	90.491	14,10
Song DM	BYD	SUV	79.508	12,39
Tang DM	BYD	SUV	48.152	7,50
X3	BMW	SUV	44.243	6,89
Han DM	BYD	Sedan/hatchback	30.476	4,75
BMW 5 Series	BMW	Sedan/hatchback	23.690	3,69
MG HS	SAIC	SUV	23.537	3,67
XC60	Geely	SUV	16.981	2,65
Roewe RX5	GM	SUV	14.588	2,27

Fonte: Marklines. Disponível em: <<https://bit.ly/41FfSLs>>. Acesso em: 14 nov. 2022.
 Elaboração das autoras.

Como é possível observar, as empresas chinesas detêm sete dos dez VEHPs mais vendidos em 2021. Juntos corresponderam a aproximadamente 63% das vendas; inclusive, apenas a BYD vendeu mais de 40%. As empresas estrangeiras fabricantes do “top 10 carros elétricos híbridos *plug-in*” representaram cerca de 11% e 2% pela BMW e GM, respectivamente. A título de comparação, entre os dez VEHPs mais vendidos na China em 2021, nenhum foi fabricado por empresas nacionais – somente pela Toyota e pela Honda.

Em observância aos fluxos comerciais de VEs da China para o resto do mundo, retratados no gráfico 14, nota-se volume muito maior de importação até 2019. Em 2020, ano de maiores restrições comerciais devido à pandemia da covid-19, houve interseção entre as trocas comerciais, seguida por salto no valor exportado pela China em 2021.

GRÁFICO 14**Exportação e importação da China de VEs (2017-2021)**

Fonte: Wits. Disponível em: <<https://bit.ly/3A8TgY7>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

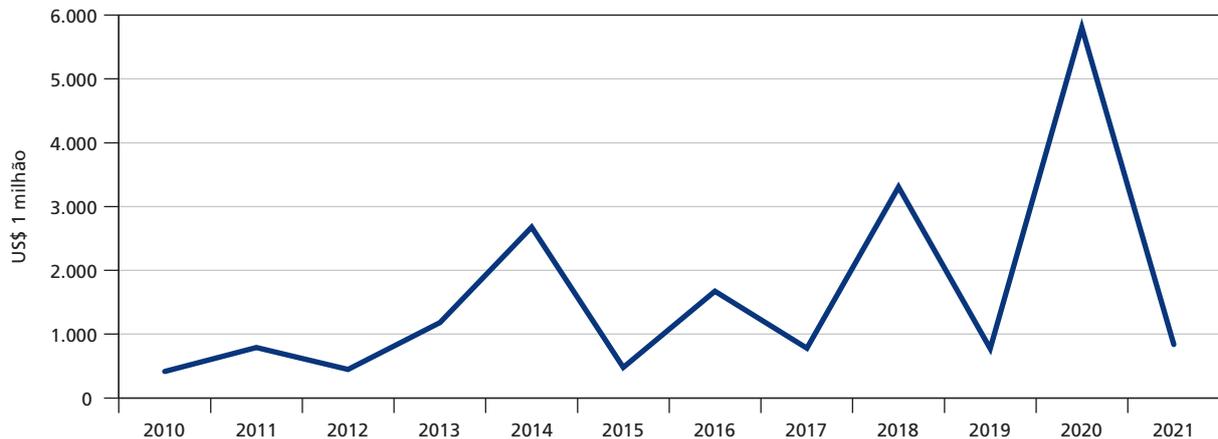
Elaboração das autoras.

Obs.: Os produtos que compõem esses fluxos estão elencados na nota de rodapé 18.

Os produtos mais importados pela China ao longo do período (8703.80: outros veículos equipados unicamente com motor elétrico para propulsão; e 8703.60: outros equipados para propulsão, simultaneamente, com um motor de pistão alternativo de ignição por centelha – faísca – e um motor elétrico, suscetíveis de serem carregados por conexão a uma fonte externa de energia elétrica) também foram os mais exportados, em menor valor, até 2019. A partir de 2020, a China superou o valor importado do produto 8703.60, e em 2021 esse valor foi 218% superior e representou 85% das exportações de VEs. O produto 8702.40 (veículos unicamente com motor elétrico para propulsão) também foi relevante para as exportações chinesas, representando pouco mais de 6% dos envios no último ano. Ademais, em 2021, os principais destinos dos VEs foram Reino Unido, Noruega, Alemanha, Estados Unidos, Austrália e Israel, com participações nas exportações chinesas de 18%, 16%, 12%, 6%, 5% e 4%, respectivamente. A China comprou basicamente da Alemanha, dos Estados Unidos, da Bélgica, da Coreia, do Japão e da Eslováquia, que representaram 22%, 15%, 9%, 7%, 6% e 6% das importações de VEs, respectivamente.²⁹

Outro importante ponto a salientar refere-se ao Investimento Estrangeiro Direto (IED), com origem na China. O gráfico 15 mostra o capital investido, destacando oscilações muito expressivas. Ademais, não apresenta tendência clara de crescimento ou decréscimo ao longo dos anos, com o maior valor investido em 2020 – em torno de US\$ 5,8 milhões.

29. Disponível em: <<https://bit.ly/3A8TgY7>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

GRÁFICO 15**IED para o setor de VEs saindo da China (2010-2021)**

Fonte: FDI Markets.

Elaboração das autoras.

Obs.: Para mapear os investimentos destinados ao segmento de VEs, foi utilizada a tag *electric vehicles* na base de dados FDI Markets.

Existem algumas considerações importantes sobre o IED chinês com base na média do período entre 2010 e 2021: i) as principais companhias chinesas investidoras são a CATL e a BAIC, que juntas ultrapassaram 50% de participação; ii) mais de 92% dos seus IEDs são destinados a atividades de fabricação; iii) os setores que mais recebem IEDs são OEM automotivo e componentes eletrônicos, que representam 49% e 41%, respectivamente; iv) os subsetores de destino dos IEDs são automóveis com 45% e baterias com 41%; e v) os principais países de destino desses IEDs são Indonésia, Alemanha, Brasil, Estados Unidos, Índia e Tailândia, o que corresponde a 28%, 14%, 8%, 7%, 7% e 7%, respectivamente.

5 POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO DE VENDAS DA CHINA

Em relação aos VEs, as políticas se destacam tanto pelo apoio doméstico, mediante subvenção, quanto pelo investimento em P&D. Ambas as formas contribuíram para que a China se tornasse o maior produtor, vendedor e consumidor do segmento. No primeiro caso, objetivando neutralizar as elevadas emissões de poluentes do escapamento dos veículos e os seus respectivos efeitos negativos sobre a sociedade, o governo chinês adotou políticas para incentivar a compra de VEs. Como o custo desse tipo de veículo é muito mais elevado, em 2009 o governo começou a fornecer subsídios. Isso ocorreu por meio de um programa-piloto denominado Dez Cidades, Mil Carros (Ten Cities, One Thousand Cars), anunciado em conjunto com o Ministério das Finanças, o Ministério da Ciência e da Tecnologia, o Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação e a

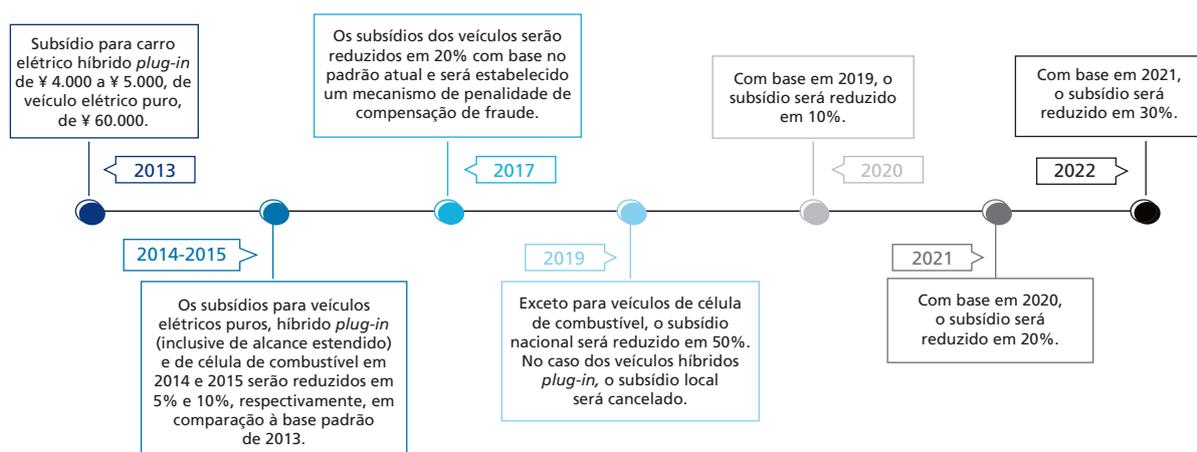
Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma. Primeiramente o programa foi promovido no setor público e expandido para o setor privado em 2011; começou em cinco cidades-piloto e foi implementado em três ondas, contemplando uma totalidade de 25 cidades (Li *et al.*, 2020).

Posteriormente, a China continuou a expandir a cobertura da política de subsídios e criou um novo documento, em setembro de 2013, denominado *On Continuing Promotion and Application of New Energy Vehicles*. O programa foi instituído em duas ondas e acabou abrangendo 39 regiões de 88 cidades-piloto. Em abril de 2015, os quatro ministérios centrais publicaram o *Announcement of Financial Policies on Promoting New Energy Vehicles*, que estabeleceu o plano de política de 2016 a 2020. Especificamente, a magnitude do subsídio seria reduzida em 20% entre 2017 e 2018 e em 40% entre 2019 e 2020, com base no padrão de 2016 (Li *et al.*, 2020).

O governo chinês decidiu que iria eliminar gradualmente os subsídios até o final de 2020. Contudo, devido ao impacto negativo nas vendas causado pela remoção do subsídio e pela pandemia em curso, os quatro ministérios emitiram uma política em abril do mencionado ano para restabelecer os subsídios. Nesse contexto, haveria redução gradual de 10%, 20% e 30% entre 2020 e 2022, em relação aos níveis de 2019, como desenhado na figura 3.

FIGURA 3

Processo de redução dos subsídios do governo chinês destinados aos VEs



Fonte: Qianzhan Industrial Research Institute (2022).

Elaboração das autoras.

Embora a influência da política de redução dos subsídios tenha sido relativamente forte sobre o consumo de veículos, de modo que houve efeito de subtração no consumo de VEs após as efetivações, observou-se um comportamento interessante nos últimos

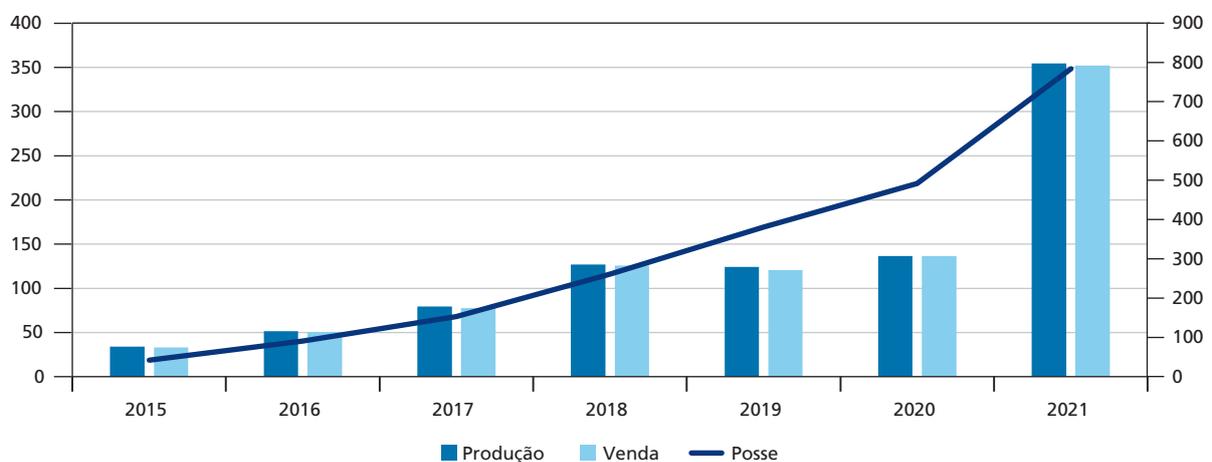
TEXTO para DISCUSSÃO

anos. A partir de 2020, mesmo com sucessivas diminuições das subvenções, a produção de VENs mostrou tendência de crescimento contínuo, desempenho similar ao que aconteceu no consumo (gráfico 16). Portanto, é possível assegurar que o declínio da política de incentivos, a partir daquele ano, não reduziu o entusiasmo dos produtores nem dos consumidores. Entretanto, com a possibilidade de extinção desse benefício, o cenário futuro permanece incerto, e, portanto, cabe às empresas e às instituições promoverem inovações tecnológicas para garantir redução dos custos, aumento da autonomia, qualidade e segurança dos VEs, de forma que a demanda continue aquecida (Qianzhan Industrial Research Institute, 2022). A visão da Agência Internacional de Energia sobre os subsídios é mais otimista. Defende que o crescimento das vendas em 2021, apesar do declínio dos incentivos, indica o amadurecimento dos mercados de VEs da China. Assim, espera-se que o mercado se expanda ainda mais, à medida que os investimentos nos anos anteriores aumentam a capacidade de produção e dão retornos mais estruturais (IEA, 2022b).

GRÁFICO 16

Produção, venda e posse de VENs na China (2015-2021)

(Em 10 mil unidades)



Fonte: Qianzhan Industrial Research Institute (2022).

Elaboração das autoras.

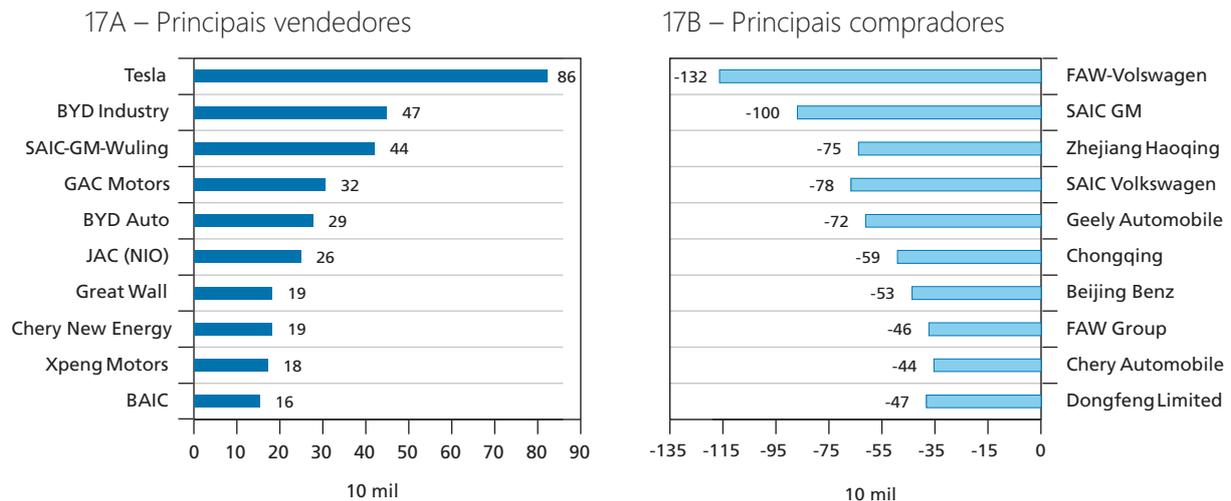
Obs.: Produção e venda à esquerda e posse de veículos à direita.

Além da política de subsídios, existem outras estratégias para aumentar a oferta de VEs. Um exemplo são as *medidas de gestão paralela para consumo médio de combustível e pontos de veículos de energia nova das empresas de carros de passeio* de 2018, também conhecida como política de “pontos duplos” ou “carbono duplo”. Essa estratégia é realizada por meio de pontos Corporate Average Fuel Consumption (CAFC) de consumo médio de combustível corporativo e pontos de VENs, afetando

os VCI e os VENs. A apólice tem requisitos para ambas as partes, ou seja, os pontos de combustível e os pontos de VENs devem atender às normas para ter pontos positivos; caso contrário, serão acumulados pontos negativos. Basicamente, o consumo médio de todos os veículos vendidos por uma montadora deve atender a determinado padrão de economia de energia. Caso ultrapasse esse padrão médio de combustível, a empresa deve compensar os pontos negativos com os pontos positivos dos VENs. Se não for suficiente para compensar, será necessário comprar créditos de energia nova de outras empresas – contrabalancear por meio de transações – ou enfrentará penalidades administrativas, como suspensão de anúncio de carros novos e exclusão na “lista negra” de créditos.

Essas transações foram muito vantajosas para algumas empresas com créditos positivos extras, devido ao aumento dos preços de transação, como é o caso da Tesla,³⁰ da BYD e da SAIC-GM-Wuling. O gráfico 17 mostra que a Tesla domina o mercado de pontos, superando a BYD (BYD Industry + BYD Auto), uma tradicional potência da nova energia chinesa, em 100 mil pontos. Dessa maneira, apresenta desempenho de 860 mil pontos e lidera a lista. No entanto, os gigantes de vendas no mercado de veículos de combustível da China, como FAW-Volkswagen, SAIC-GM, SAIC-Volkswagen, Geely Automobile etc., precisam gastar grandes somas para comprar novos créditos de energia do mercado e atingir conformidade.

30. Em 2022, havia a expectativa de a Tesla faturar US\$ 390 milhões em créditos de carbono na China em razão dessa política de “pontos duplos” ou “carbono duplo”. Disponível em: <<https://bit.ly/424Jja5>>.

GRÁFICO 17**Principais vendedores e compradores de pontos em potencial (2021)**

Fonte: Global Zero Carbon (2022).

Elaboração das autoras.

Nota: O preço médio da transação é de ¥ 2,1 mil.

É igualmente importante destacar a intervenção governamental sobre a produção dos fabricantes, a qual determinava que, do total de veículos produzidos, um percentual deveria ser alimentado por bateria. Entretanto, os requisitos passaram a ser mais rígidos no decorrer dos anos, objetivando que até 2030 os carros elétricos representem 40% de todas as vendas (Stauffer, 2021; Li *et al.*, 2020).^{31,32}

Em contrapartida, o desenvolvimento de VEs no país vem sendo guiado por planos de curto, médio e longo prazo (tabela 5), colocando a indústria automobilística como setor emergente e o veículo elétrico como capaz de tornar a China uma potência mundial desse segmento. Esse interesse na redução de veículos a combustão convencional e na incorporação de VENs é impulsionado por múltiplos objetivos, sobretudo por cinco pontos considerados as principais forças motrizes para tal desenvolvimento: i) melhorar o controle da poluição do ar e a qualidade do ar regional; ii) reduzir o consumo de petróleo e melhorar a segurança energética nacional; iii) atingir as metas de conservação de energia e redução de carbono no transporte; iv) transformar e modernizar a estrutura da indústria automobilística; e v) promover o desenvolvimento econômico da indústria de VENs na região. Com base nesses pontos, foi possível construir um modelo de previsão para o

31. Ver também: <<https://bit.ly/3Azewqb>>.

32. Ver também: <<https://bit.ly/3nadoX4>>.

desenvolvimento da indústria automobilística chinesa de modo a determinar o cenário futuro da retirada de veículos de combustíveis tradicionais até 2050 (An *et al.*, 2019).

Em seu estudo sobre o cronograma da China para a eliminação progressiva de modelos tradicionais, An *et al.* (2019), embasados em uma série de declarações governamentais, traçaram um planejamento, o qual será mostrado de forma resumida nas tabelas 2 e 3 e nos quadros 3 e 4. As tomadas de decisões e os planejamentos chineses foram norteados, sobretudo, pela Guerra em Defesa do Céu Azul, um plano nacional que exige que todas as localidades emitam regulamentos e planos de ação para prevenção e controle da poluição do ar. Nessa perspectiva, é possível elencar, em divisão hierárquica (quadro 3), algumas características das regiões para o cronograma da saída de veículos de combustão convencional (quadro 4).

QUADRO 3

Divisão em nível regional e áreas representativas da saída de veículos a combustível da China

Nível	Base principal e área representativa
I	Grandes cidades (Pequim, Xangai, Shenzhen etc.)
	Áreas de demonstração funcionais (Hainan, Xiong'an etc.)
II	Cidades tradicionais de restrição de compra de carros (Tianjin, Hangzhou, Guangzhou etc.)
	Capitais provinciais em áreas-chave da Guerra de Defesa do Céu Azul (Shijiazhuang, Taiyuan, Zhengzhou, Jinan, Xi'an, Nanjing, Hefei etc.)
	Cidades líderes na promoção de novos veículos de energia, cidades centrais em regiões de <i>clusters</i> industriais e cidades costeiras com desenvolvimento econômico (Chongqing, Qingdao, Chengdu, Changsha, Kunming etc.)
III	Áreas-chave da Guerra de Defesa do Céu Azul, como o norte da China (Hebei, Henan, Shandong), Delta do Rio Yangtze (Jiangsu, Zhejiang, Anhui), Fenwei Plain (Shanxi)
	Novas áreas de <i>clusters</i> da indústria de veículos de energia, como Delta do Rio Pan-Pearl (Guangdong, Fujian), central (Hunan, Hubei, Jiangxi)
	Outros veículos de promoção de novas energias ou cidades de demonstração de desenvolvimento de baixo carbono, como Guiyang
IV	Outras regiões, Noroeste (Xinjiang, Tibete, Ningxia, Gansu, Shaanxi, Qinghai), Nordeste (Heilongjiang, Liaoning, Jilin), Sudoeste (Guangxi, Yunnan, Guizhou, Sichuan), Região Autônoma da Mongólia Interior

Fonte: An *et al.* (2019).

Elaboração das autoras.

Obs.: A divisão mencionada da hierarquia regional de saída de veículos a combustível tradicional é baseada na análise das informações existentes. Devido às grandes diferenças no desenvolvimento de várias regiões (províncias, cidades e condados) na China, os governos locais podem determinar a hierarquia por meio de autoavaliação.

QUADRO 4**Indicadores do desenvolvimento automotivo regional em todos os níveis da China**

Indicadores	Nível I	Nível II	Nível III	Nível IV
Desenvolvimento econômico (indicador: PIB <i>per capita</i>)	Desenvolvido	Desenvolvido	Em desenvolvimento	Menos desenvolvido
Saturação do carro (indicador: mil habitantes)	Muito alta	Muito alta	Média	Baixa
Restrição de compra de veículo de combustível	Muito alta	Média	Média	Nenhuma
Restrição de veículo de combustível	Muito alta	Alta	Média	Nenhuma
Promoção de veículos de nova energia (indicador: volume de promoção VENS)	Alta	Alta	Média	Média ou nenhuma
Indústria de veículos de nova energia (indicador: <i>cluster</i> industrial)	Desenvolvida	Desenvolvida	Em desenvolvimento	Menos desenvolvida
Infraestrutura de carregamento (indicador: número de pilhas de carregamento)	Alta	Alta	Média	Média ou nenhuma
Áreas-chave da governança	Sim	Sim	Parcialmente sim	Parcialmente sim
Demonstração de inovação e abertura (indicador: demonstração VENS e índice aberto)	Muito alta	Muito alta	Alta	Média
Tomada de decisão e execução do governo (indicador: capacidade de resposta e execução de políticas centrais)	Muito alta	Alta	Alta	Média

Fonte: An *et al.* (2019).

Elaboração das autoras.

Obs.: PIB – produto interno bruto.

Obs.: VP – veículo de passeio; VC – veículo comercial.

Os quadros 3 e 4 mostram que os níveis I e II referem-se principalmente a áreas mais desenvolvidas e funcionais, as quais, embora possuam saturação muito elevada de demanda, são cidades líderes na promoção de VENS, o que tende a reduzir a proporção de veículos por habitantes. Os níveis III e IV, por outro lado, são representados por áreas com características regionais, com maior participação do mercado de automóveis, em que o processo de saída de modelos convencionais acontece progressivamente, bem como o nível de saturação.

Com base na orientação política existente e nos obstáculos que ainda precisam ser superados para o desenvolvimento e a aplicação abrangente dos VENs, a retirada dos veículos tradicionais segue um roteiro cuja base apresenta as características dos modelos (quadro 5), para os níveis regionais (quadro 3), seguida pelo cronograma de participação dos VENs (tabela 4).

QUADRO 5

Prioridade de retirada dos veículos de combustíveis convencionais da China

Prioridade	VP1		VP2	VC1	VC2	VC3
Categoria do modelo	Aluguel de carros, carros compartilhados e de motorista de internet	Carro oficial	Carro particular	Ônibus urbano, veículo de logística urbana leve, veículo de saneamento, veículo de campo, veículo de passageiros	Automóveis comuns de passageiros, veículos especiais, veículos de logística intermunicipal	Caminhões médios e pesados

Fonte: An *et al.* (2019).

Elaboração das autoras.

Obs.: VP – veículo de passeio; VC – veículo comercial.

TABELA 4

Cronograma de retirada dos veículos de combustíveis convencionais por categoria de modelo, nível regional da China e participação do mercado de veículos de energia alternativa

Classificação do modelo	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Carro de passeio PV1-a ¹	I, II	III	IV	–	–	–	–
	35,0%	80,0%	100,0%	–	–	–	–
	(25,0%)	(70,0%)	(91,0%)	–	–	–	–
Carro de passeio PV1-b ²	–	I, II	III	IV	–	–	–
	–	50,0%	100,0%	–	–	–	–
	–	(30,0%)	(65,0%)	–	–	–	–
Carro de passeio PV2	–	–	I, II	III	IV	–	–
	–	–	77,0%	95,0%	100,0%	–	–
	–	–	(42,0%)	(60,0%)	(75,0%)	–	–

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Classificação do modelo	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	I, II	III	IV	-	-	-	-
Veículo comercial CV1	89,0%	94,0%	100,0%	-	-	-	-
	(80,5%)	(82,0%)	(83,5%)	-	-	-	-
	-	-	I	II	III	IV	-
Veículo comercial CV2	-	-	40,0%	60,0%	83,0%	100,0%	-
	-	-	(16,7%)	(24,0%)	(41,8%)	(69,5%)	-
	-	-	-	I	II	III	IV
Veículo comercial CV3	-	-	-	59,0%	78,0%	93,0%	100,0%
	-	-	-	(26,5%)	(40,0%)	(58,5%)	(70,0%)

Fonte: An *et al.* (2019).

Elaboração das autoras.

Obs.: Os números entre parênteses são a proporção de VENs, e os demais são outros veículos de energia alternativa, incluindo veículos híbridos, veículos a gás natural etc.

Notas: ¹ Refere-se principalmente a veículos não oficiais, como táxis e carros de aluguel de *time-sharing online*.

² Refere-se a veículos oficiais, principalmente os veículos utilizados por órgãos e instituições partidárias e governamentais.

Além da sistematização de um cronograma para realizar a eletrificação dos transportes, a China mencionou em diversos documentos o interesse no desenvolvimento de VENs, e, em muitas dessas estratégias, esse era o principal objetivo. Em todos os planos, roteiros e planejamentos, estavam dispostas metas de quantidade e participação de VENs sobre a produção e as vendas no mercado doméstico. Esses registros conseguiam passar diretrizes relacionadas às ambições de eletrificação do país e se convertiam em níveis cada vez mais elevados, principalmente ao considerar as metas da Sociedade Chinesa de Engenheiros Automotivos (SAE), considerada pilar para promover o desenvolvimento saudável e sustentável da indústria automotiva da China. A análise dos documentos tem importante papel para compreender as vias percorridas pela sociedade chinesa e quais serão seus próximos passos com o objetivo de consolidar seu papel de líder na produção e na venda de VENs. Isso ocorre não apenas pelo seu vasto mercado consumidor e pela incorporação de *joint ventures*, mas por suas estratégias mais relevantes para romper os principais gargalos tecnológicos e tornar as suas empresas nacionais as mais importantes do mundo nesse segmento.

TABELA 5

As metas de desenvolvimento de novos veículos de energia em diversos documentos de planejamento da China

Nome da política	Indicadores de VENs	2020	2025	2030	2035
Plano de Conservação de Energia e Desenvolvimento da Indústria de Veículos de Energia Nova (2012-2020)	Produção e vendas cumulativas	5.000.000	–	–	–
	Capacidade de produção	2.000.000	–	–	–
MiC25 (2015-2025)	Volume de produção e vendas de marca nacional	1.000.000	3.000.000	–	–
	Participação de mercado de marca nacional (%)	70,0	80,0	–	–
13º Plano Quinquenal para Indústrias Estratégicas (2016-2020)	Volume de produção e vendas	2.000.000	–	–	–
	Volume de produção e vendas acumuladas	5.000.000	–	–	–
Roteiro Técnico para Economia de Energia e Veículos de Energia Nova (2016-2030)	Vendas anuais	2.100.000	5.000.000	15.000.000	–
	Participação de vendas (%)	7,0	15,0	40,0	–
Planejamento de Médio e Longo Prazo para a Indústria Automobilística (2017)	Produção e vendas	2.000.000	7.000.000	–	–
	Produção em relação a vendas (%)	6,7	> 20,0	–	–
	Participações	–	20.000.000	–	–
14º Plano Quinquenal (2021-2025)	Participação de vendas de carros novos (%)	5,4	20,0	–	–
Plano de Desenvolvimento da Indústria de Veículos de Energia Nova (2021-2035)	Participação de vendas (%)	–	–	25,0	–
Roteiro Técnico 2.0 para Economia de Energia e Veículos de Energia Nova (2021-2035)	Participação de vendas (%)	–	20,0	40,0	50,0

Elaboração das autoras.

O Plano de Conservação de Energia e Desenvolvimento da Indústria de Veículos de Energia Nova foi elaborado para o período 2012-2020. Considerado o primeiro documento com um programa estratégico para o desenvolvimento de VENs, apontou que o acionamento puramente elétrico deve ser a principal orientação estratégica para transformar a indústria automobilística e ao mesmo tempo promover a industrialização de VEHPs, VEHs e veículos a combustão interna com economia de combustível. Além disso, o plano também estabelece outros objetivos específicos, como: i) acompanhar o resto do mundo no desenvolvimento de veículos de célula de combustível e de hidrogênio; ii) proporcionar economia do consumo médio de combustível nos carros de passageiros até 2020 (de 5,0 l a 4,5 l/100 km); iii) dominar os roteiros técnicos e o alcance da competitividade internacional dos principais VENs; iv) aumentar a capacidade de suporte ao setor; e v) estabelecer sistema de gerenciamento de produtos e empresas por meio de *marketing*, serviço pós-venda e reciclagem de baterias. É claramente proposto no plano, como pode ser visto na tabela 5, que até 2020 a intenção era de atingir 2 milhões de veículos elétricos puros e de VEHPs, bem como cerca de 5 milhões de unidades do volume acumulado de produção e vendas (Xiaoyong, 2012).

O MiC25, que possui características mais abrangentes e estruturais, é um dos planos nacionais de política de desenvolvimento mais importantes da China, pois propõe estratégias orientadoras para diversos setores emergentes, o que inclui a indústria automobilística. É um plano de dez anos e foi lançado em 2015, período de intensa revolução científica e transformação industrial no mundo. Apesar da ampla capacidade produtiva chinesa, as principais tecnologias avançadas tinham elevada dependência de países estrangeiros. Sob essa perspectiva, o principal objetivo do MiC25 é orientar as fabricações chinesas para produtos mais intensivos em tecnologia, em setores estratégicos, visando à inovação e à qualidade (China, 2015).

Uma das propostas do MiC25 é que os VENs e a economia de energia sejam uma área-chave para o avanço do país; defende que o desenvolvimento desses tipos de veículos é o único caminho para a China se tornar um poderoso país fabricante de automóveis e com forte competitividade internacional. Isso implica seguir apoiando o desenvolvimento de VEs e veículos de célula de combustível; dominar as principais tecnologias de baixo carbono, informatização, inteligência de automóveis, controle inteligente, transmissão avançada, materiais leves; e melhorar baterias, motores de acionamento e motor de combustão interna de alta eficiência e outras tecnologias centrais de recursos de engenharia e industrialização. Dessa forma, poderia criar um sistema industrial completo e inovador com base em componentes essenciais para fabricar os VENs e promover a economia de energia de marcas nacionais independentes, equiparadas ao nível avançado internacional (China, 2015).

O documento reconhece que a indústria automobilística deve ser tratada como um setor estratégico, seja pelo amplo poder de inovação, seja pelo desenvolvimento sustentável e saudável da economia nacional. Entretanto, para isso, é preciso superar os principais problemas e fatores restritivos ao seu desenvolvimento, resumidos em cinco questões principais: i) não reconhecimento da posição relevante da indústria automobilística para a construção de um poderoso país manufatureiro e a consequente falta de estratégia de desenvolvimento industrial clara, sistemática e moderna; ii) controle de terceiros sobre as principais tecnologias centrais e fraca capacidade de inovação independente; iii) ausência de plataformas técnicas comuns e de apoio ao sistema de inovação para pesquisa básica; iv) nível técnico geral e capacidade de P&D da indústria automobilística tradicional fracos e sistema da cadeia de suprimentos incompleto, restringindo o desenvolvimento acelerado; e v) pouco tempo para cultivar marcas nacionais independentes (China, 2015).

Para alcançar o objetivo estratégico de desenvolvimento da indústria automobilística de energia nova, é preciso buscar o avanço dos seguintes roteiros tecnológicos: veículos elétricos puros e VEHPs, veículos de célula de combustível, veículos que economizam energia e veículos inteligentes em rede. Para esse fim, o MiC25 traça o caminho em cinco partes principais: i) reforçar o apoio a P&D e industrialização das principais tecnologias e dos componentes essenciais; ii) construir plataforma tecnológica comum para a indústria, fortalecer a aplicação compartilhada de tecnologias vantajosas e o fornecimento conjunto em lotes de tecnologias e componentes gerais; iii) melhorar o sistema de normas e regulamentos, aumentar a capacidade de testes e avaliações e fortalecer a supervisão dos produtos durante e após a produção; iv) melhorar o sistema de garantias governamentais, mediante o fortalecimento da aplicação em larga escala de sistemas híbridos de energia, por meio de políticas de incentivo, como tributação e subsídios, além de promover popularização e aplicação dos VENS, melhorar o sistema de garantia de infraestrutura de recarga, entre outras medidas; e v) fortalecer a cooperação internacional, bem como seu *layout*, pela participação efetiva na formulação de normas e regulamentos internacionais, lançando bases para que os VENS nacionais se internacionalizem (China, 2015).

O 13º Plano Quinquenal, que contempla as estratégias nacionais mais importantes da China para os cinco anos seguidos à sua implementação, foi preparado para o planejamento entre 2016 e 2020. Ele reconhece a importância das indústrias emergentes para direcionar a revolução tecnológica e a transformação industrial, bem como para angariar vantagens competitivas no futuro. Portanto, devem ser colocadas em uma posição estratégica para o desenvolvimento econômico, social, sustentável e saudável. A indústria automobilística, sobretudo de VENS, está enquadrada nas indústrias emergentes da China. Para desenvolver essa indústria, o 13º Plano dá ênfase ao avanço de

quatro segmentos: i) indústria de VENs de forma integrada; ii) baterias; iii) células de combustível; e iv) infraestrutura de carregamento (China, 2016).

O desenvolvimento da indústria de VENs, no mencionado plano, surgiu como parte de estratégia mais ampla para promover indústrias de energia nova, conservação de energia e proteção ambiental, com o objetivo de construir um novo modelo de desenvolvimento sustentável. Posto de outra forma, a China decidiu aproveitar a tendência global de transformação industrial verde, de baixo carbono e de enfrentamento das mudanças climáticas para se inserir de forma competitiva nessa nova orientação de produção e consumo. Dessa maneira, o plano pretende realizar a aplicação em larga escala de VENs, e o Estado fornecerá auxílio para, entre outras coisas, fortalecer a inovação tecnológica; melhorar a cadeia industrial; otimizar o ambiente de suporte (por intermédio da melhoria nas políticas de apoio e de acesso à produção de VEs, além da implementação de um novo sistema de gestão de crédito voltado especificamente para esse tipo de veículo); e construir plataforma de inovação conjunta de VEs e aliança estratégica entre setores e campos, de modo a promover a inovação colaborativa das principais tecnologias do segmento (China, 2016).

Ademais, há preocupações em torno de melhorias na qualidade e no desempenho dos VENs. Com esse fim, destaca-se o seguinte: aprimorar o nível técnico, a capacidade e o desempenho dos principais componentes; formular e aplicar normas de segurança; acelerar a aplicação e a inovação tecnológica inteligente, bem como desenvolver veículos autônomos; garantir que a inovação e a aplicação das tecnologias de integração ocorram com mais fluidez, sobretudo na pesquisa de segurança e confiabilidade do veículo e no projeto estrutural (tecnologia leve); e promover o desenvolvimento integrado de VEs, novas energias, redes inteligentes, armazenamento de energia e condução inteligente. Assim, o plano conclui que haverá condições de os VEs chineses apresentarem competitividade no mercado para comercialização (China, 2016).

No caso do segundo segmento (baterias), durante o 13º Plano Quinquenal, pretende-se construir cadeia industrial de baterias de energia globalmente competitiva. Para isso, deve-se promover P&D da tecnologia de baterias e se concentrar em avanços no agrupamento e na integração dos sistemas, além de buscar o desenvolvimento da próxima geração de baterias, revolucionando o material com o qual ela será produzida. As medidas para que o nível técnico das baterias chinesas acompanhe o nível internacional e torne o país líder mundial de produção incluem inovação dos equipamentos de produção, controle e teste de baterias de alta confiabilidade e desempenho, melhora na capacidade de engenharia e industrialização, criação e cultivo de um grupo de empresas de baterias de energia e empresas líderes em materiais-chave com capacidades de inovação contínua, bem como utilização em cascata das baterias e

dos sistemas de reciclagem ligados por empresas a montante e a jusante da cadeia (China, 2016).

O projeto de atualização das baterias para VENs também está incluído no 13º Plano Quinquenal. Para que ocorra essa transformação, é necessário que haja estas medidas: avanços no sistema de P&D de baterias de energia, como as baterias de íons de lítio de alta segurança, durabilidade e densidade de energia elevada; construção de uma série de centros de inovação tecnológica em materiais e equipamentos de produção essenciais para a bateria (como eletrodos positivos e negativos de alta capacidade, separadores seguros e tecnologias de eletrólitos funcionais); aumento na inovação dos equipamentos de produção, controle e teste, além da construção de capacidades técnicas e de engenharia em toda a cadeia industrial; e realização de P&D de novas tecnologias relacionadas a baterias de íons de lítio em estado sólido, baterias de metal-ar, baterias de lítio-enxofre e células de combustível (China, 2016).

Adicionalmente, o 13º plano se dedicou a promover sistematicamente a P&D e a industrialização de veículos movidos a célula de combustível (segmento iii). As ações incluem o fortalecimento da pesquisa sobre materiais básicos e mecanismos do processo; a promoção de P&D de materiais de células de combustível e componentes-chave do sistema, com alto desempenho e baixo custo; os avanços na confiabilidade e no nível de engenharia dos sistemas de bateria de células de combustível, bem como melhorias nos padrões técnicos relevantes; o desenvolvimento de sistemas de armazenamento de hidrogênio a bordo; e tecnologias de preparação, armazenamento, transporte e reabastecimento de hidrogênio, além da construção de estações de abastecimento (China, 2016).

No que se refere à infraestrutura de carregamento (segmento iv), o plano pretende acelerar a construção de um sistema de infraestrutura padronizado e norteado pelo princípio de “adaptado às condições locais e moderadamente avançado” (China, 2016), dando prioridade à construção de infraestruturas de carregamento nas áreas de serviço público em desenvolvimento urbano, e a edificação de unidades de carregamento deve ocorrer em áreas residenciais e lugares com estacionamento. As medidas compreendem tais aspectos: melhora nos padrões e nas especificações das instalações de carregamento e promoção da interligação dessa infraestrutura; P&D de novas tecnologias e equipamentos de carregamento e troca, como alta intensidade de energia, eficiência de conversão, aplicabilidade e carregamento sem fio e móvel; fortalecimento de pesquisa nas principais tecnologias, como testes e certificação, segurança, proteção e interação bidirecional com a rede elétrica; promoção robusta de “internet + infraestrutura de carregamento” para melhorar o nível de serviços de carregamento inteligente; incentivo a empresas de serviços de cobrança para que inovem os modelos de negócios e melhorem suas capacidades de desenvolvimento sustentável (China, 2016).

TEXTO para DISCUSSÃO

O Roteiro Técnico para Veículos de Nova Energia e Economia de Energia, doravante chamado de roteiro, é focado nos VENs e foi lançado em outubro de 2016 pela SAE. Foi considerado uma diretriz abrangente para a indústria de veículos de economia de energia e VENs porque levou em consideração, na sua elaboração, a iniciativa MiC25, a principal política vigente da China para se tornar uma potência na manufatura. O roteiro se concentra em sete áreas-chave para a indústria: i) veículos que economizam energia (híbridos e otimizados com motor de combustão interna); ii) VEs e VEHPs; iii) veículos de célula de combustível; iv) veículos inteligentes e conectados; v) tecnologia de baterias de acionamento; vi) tecnologia leve; e vii) tecnologia de fabricação de automóveis (China-SAE, 2017).

Até 2030, o roteiro projeta expandir as ofertas de VEs, inclusive pela aplicação da tecnologia de VEs a carros de passageiros familiares, veículos públicos, de aluguel e comerciais de curto alcance. Com relação à tecnologia de VEHPs, pretende-se estendê-la aos carros particulares e públicos nas situações em que a distância de condução diária for relativamente baixa. Essas metas devem ser alcançadas por meio de avanços em baterias e motores de acionamento, competitividade dos carros montados, além de aumento e consequente exportação de peças relacionadas, ou seja, orientadas pelo desenvolvimento das áreas-chave v, vi e vii (China-SAE, 2017).

Para a área-chave v (tecnologia de baterias de acionamento), o foco está nas baterias de acionamento de íons de lítio. Como metas de médio prazo, foram projetados tanto uma expansão na sua oferta para atender aos aumentos da demanda atual quanto maiores investimentos em P&D, de modo a criar uma nova bateria, com ênfase em segurança, vida útil e compatibilidade. No que diz respeito a médio e longo prazo, o roteiro ressalta avanços contínuos para a melhoria das novas baterias de íons de lítio e P&D com o objetivo de aumentar a densidade de energia nas baterias, reduzir significativamente os custos e realizar produção em massa. Para este último, o roteiro também sublinha os principais segmentos, como materiais relacionados a células de combustível, tecnologia de bateria de célula de combustível, P&D de sistemas de energia, projeto de veículo de célula de combustível e tecnologia de integração do sistema de melhoria da densidade de saída. Ademais, apresenta as metas para o produto final, a exemplo de maior durabilidade, redução de custos e melhoria na segurança de carregamento de hidrogênio (China-SAE, 2017).

No caso da tecnologia leve (área-chave vi), o principal objetivo é produzir materiais leves para diminuir o peso dos veículos montados. Para isso, até 2020, visou ao desenvolvimento técnico de aço de alta resistência e desempenho (taxa de uso de 50% dos materiais em automóveis); até 2025, expansão do uso da tecnologia de aço automotivo e liga de alumínio de terceira geração para a produção em lote de peças

e sua industrialização para painéis automotivos; e até 2030, avanços técnicos para materiais compostos de liga de magnésio e fibra de carbono diversificados. Por fim, para a área-chave vii (tecnologia de fabricação de automóveis), a principal finalidade é a fabricação de alta qualidade por meio da redução de custos e tempo de ciclo, o que ocorre mediante ecologia, inteligência, alta qualidade e celeridade, considerados os pilares para tal desenvolvimento. Isso implica, além do foco nas ligas de magnésio e fibra de carbono para a tecnologia leve, a incorporação de técnicas de processamento de engrenagens e digitalização de equipamentos de fabricação inteligente para as baterias (China-SAE, 2017).

Outro plano mais focalizado na indústria de veículos foi lançado em 2017 pelo Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação da China. Denominou-se Plano de Desenvolvimento de Médio e Longo Prazo para a Indústria Automobilística, e estabeleceu-se duração prevista de dez anos. Considerando a conjuntura do setor automobilístico e as profundas transformações na orientação da produção mundial, o principal objetivo do plano é aproveitar essa oportunidade e fornecer orientações para que a indústria automobilística chinesa passe de grande para forte. Com esse fim, o plano destaca que os VENs e os veículos inteligentes devem ser utilizados como pontos de ruptura para liderar a transformação e a modernização de toda a indústria.³³

Para superar o dilema principal da indústria automobilística chinesa de “ser grande, mas não forte”, o referido plano apresenta três objetivos centrais: grandes avanços nas principais tecnologias (até então com grande dependência externa), desenvolvimento abrangente dos automóveis de marcas chinesas e melhorias significativas nas capacidades de desenvolvimento internacional. Visando alcançar os objetivos centrais, o plano esclarece seis metas principais: a primeira é melhorar o sistema de inovação e orientar a força motriz para o desenvolvimento independente; a segunda é fortalecer as capacidades básicas e conectar sistema ao longo de toda a cadeia industrial (a montante e a jusante); a terceira é realizar avanços em áreas-chave e promover a modernização das estruturas industriais; a quarta é construir nova ecologia industrial; a quinta é melhorar a qualidade das marcas nacionais e construir empresas chinesas líderes no comércio exterior; e a sexta é aprofundar a cooperação internacional e melhorar a capacidade de se desenvolver internacionalmente.³⁴

Embora o Plano de Desenvolvimento da Indústria de Veículos de Energia Nova e Economia de Energia, em 2012 (primeiro plano citado), tenha sido proposto como medida estratégica para mitigar as mudanças climáticas e promover o desenvolvimento

33. Disponível em: <<http://www.news.cn/>>.

34. Disponível em: <<http://www.new.cn/>>.

verde, atualmente, o plano referente a 2021-2035 foi lançado em contexto de mudanças profundas no formato dos produtos automotivos e nos modos de transporte e estrutura de consumo de energia. Nesse segmento, essas transformações proporcionam oportunidades de desenvolvimento sem precedentes para a indústria automobilística de energia. Dessa forma, é necessário aproveitar as chances para consolidar o bom momento que o segmento de VENs da China está passando – principal produtor, vendedor e consumidor do mundo desde 2015 – para melhorar continuamente a competitividade e promover a alta qualidade e o desenvolvimento sustentável da indústria (China, 2020).

Em contrapartida, para que a indústria de VENs da China maximize o seu potencial, é necessário superar as barreiras relacionadas, sobretudo, à capacidade de inovação, à garantia de qualidade, à construção de infraestrutura e à ecologia industrial. Para isso, o plano defende que é preciso aderir ao conceito de desenvolvimento a partir de inovação tecnológica, coordenação entre governo e partes interessadas, premissas ambientais e processos de abertura e de compartilhamento. Como medidas a serem implementadas, destacam-se a priorização de uma reforma estrutural do lado da oferta, o aprimoramento da eletrificação e da infraestrutura de carregamento, a conexão de rede, inteligência e segurança. Além disso, devem-se romper as principais tecnologias centrais e melhorar as capacidades industriais básicas para que o ambiente de desenvolvimento seja otimizado sob perspectiva sustentável e de alta qualidade (China, 2020).

O avanço da inovação tecnológica é um objetivo primordial do plano. Com esse propósito, deve haver o aprofundamento de P&D nos “três verticais” e nos “três horizontais”. No primeiro caso, que trata dos veículos elétricos puros, VEHPs (incluindo de alcance estendido) e veículos de célula de combustível, visa-se à implementação de melhorias nos componentes, desde o *design* do chassi até os *softwares* de gerenciamento da bateria. Já para os “três horizontais” (bateria de energia e sistema de gerenciamento, motor de acionamento e rede e tecnologia inteligente), são objetivados avanços tecnológicos específicos, os quais são caracterizados como essenciais para alcançar o desenvolvimento da indústria de VENs. Portanto, melhorias no mecanismo conjunto de P&D entre empresas líderes, laboratórios-chave nacionais, centros nacionais de inovação que exploram diferentes caminhos de tecnologias comuns são essenciais para o aprofundamento de P&D e aplicação de tecnologias que estão na fronteira do conhecimento tecnológico (China, 2020).

Tendo em vista que a importante problemática acerca da matriz energética da China refere-se, em grande parte, a carvão, é dada ênfase à promoção de sinergia eficiente entre VENs e energias renováveis, o que ocorre pela programação coordenada de geração de energia eólica e principalmente fotovoltaica, aumentando a proporção

das suas aplicações. Ademais, é igualmente relevante, em razão dos grandes avanços dos veículos inteligentes chineses, a proposta de colaboração eficiente de “pessoas-veículos-estrada-nuvem”, ou seja, com base nas informações de percepção de veículos, controle de tráfego, gestão urbana etc., construir plataforma de fusão de dados multicamadas e processamento computacional para promover a integração de VENs e as inovações dos serviços de comunicação e informação (China, 2020).

Ainda nessa trajetória, foi implementado o 14º Plano Quinquenal. Os planos quinquenais são considerados os documentos de política mais importantes da China; são abrangentes e contemplam todos os setores e esferas de poder. Desde o 10º Plano Quinquenal, quatro planos consecutivos continuam a apoiar a inovação tecnológica de VENs, em acordo com o sistema de tecnologia “três verticais” (elétricos puros, híbridos e a célula de combustível) e “três horizontais” (baterias, controles eletrônicos e motores). Como uma continuação do 13º (abordado anteriormente), o 14º Plano Quinquenal é tido como ponto de partida para novas medidas, tendo em vista os resultados já alcançados. Norteado pela construção de uma civilização chinesa ecológica, a redução do carbono se tornou a principal direção estratégica tanto para reduzir a poluição quanto para alcançar as metas de emissões zero, promovendo a transformação verde do desenvolvimento econômico e social e, conseqüentemente, acarretando melhorias quantitativas e qualitativas para a sociedade (China, 2022).

O plano considera que a integração acelerada de tecnologias nos campos automotivos, de energia, ecologia, transporte, informação, comunicação e atualizações no consumo está redefinindo os produtos automotivos, por isso é de extrema importância acompanhar essas disrupções que orientam a produção dos VENs. Dessa forma, para se tornar líder nesse segmento, o plano defende que é necessário resolver os problemas centrais da indústria automobilística chinesa. Foram destacados quatro problemas críticos, a saber: fraca capacidade de alocação de recursos fatoriais, baixa capacidade de inovação tecnológica nas áreas críticas, deficiências significativas na cadeia industrial e competitividade incipiente das marcas chinesas no mercado (CAAM, 2021).

Para superar os gargalos da indústria de VENs, o plano institui oito tarefas principais: i) formular e implementar gradualmente um plano de ação com o objetivo de alcançar o pico de carbono para a indústria automotiva; ii) implementar a estratégia de marcas nacionais e criar um bom ambiente de desenvolvimento; iii) estabelecer cooperação de todas as esferas de poder para concluir a construção do novo sistema de comercialização de VENs; iv) consolidar a base e promover de forma abrangente a industrialização de veículos inteligentes; v) criar sistema de cadeia industrial segura e controlada; vi) trazer, enviar e fortalecer o desenvolvimento da globalização industrial;

vii) promover a digitalização da indústria; e viii) aprofundar a reforma do sistema e dos mecanismos para estimular o poder endógeno das empresas (CAAM, 2021).

O plano de ação para alcançar o pico de carbono para a indústria automotiva (primeira tarefa) será realizado em três etapas. A primeira trata da implementação de P&D de inovação tecnológica a fim de promover o progresso da tecnologia de economia de energia e o desenvolvimento de novas tecnologias para os VENs. Para isso, é necessário fazer pesquisas aprofundadas sobre modularização, generalização e padronização dos VENs, promovendo o desenvolvimento competitivo das várias rotas tecnológicas. Além disso, deve-se realizar ativamente a fabricação verde, incluindo a redução das emissões em todas as etapas da cadeia de produção, por meio de pesquisas sobre a redução das emissões de carbono no ciclo de vida do produto e métodos de produção que também reduzam o consumo de energia. Por fim, objetiva-se promover o uso de energia verde e diversificada devido a transformações na estrutura de produção e consumo de energia não fóssil, priorizando o uso de energias limpas (CAAM, 2021).

No caso da segunda tarefa, para implementar estratégia de marca nacional e criar um bom ambiente de desenvolvimento, é necessário cumprir, pelos menos, as seguintes tarefas específicas: promover marcas dominantes, torná-las maiores e mais fortes e incentivar fusões e reorganizações; dar plena importância ao papel da organização na indústria, de maneira a fortalecer autodisciplina e garantir a boa imagem das marcas de automóveis chinesas; aumentar a publicidade das marcas chinesas de várias formas, sobretudo ressaltando seus valores e sua cultura. Já a terceira tarefa, que evidencia a construção do novo sistema de comercialização de VENs, destaca três etapas. A primeira se resume ao fortalecimento da inovação e à superação contínua das principais barreiras relacionadas às tecnologias-chave, isto é, aumentar a capacidade da infraestrutura industrial e da inovação tecnológica para integrar rotas técnicas e acelerar o processo de produção de hidrogênio, bem como o seu armazenamento. A segunda aborda a necessidade de avançar na construção da ecologia da indústria. Dessa maneira, além de estabelecer mecanismos de apoio empresarial orientado pela dimensão ecológica, devem-se explorar novos modelos de negócios, o que fortalece o gerenciamento do ciclo de vida completo das baterias de energia dos VEs. A terceira e última etapa objetiva promover melhorias no sistema de infraestrutura, e isso implica a distribuição racional da infraestrutura de carregamento e o aperfeiçoamento de segurança, consistência e confiabilidade das instalações de carregamento (CAAM, 2021).

A industrialização de veículos inteligentes em rede, caracterizada como a quarta tarefa principal, visa à promoção de indústria padronizada e ordenada por meio de direitos legais, obrigações e responsabilidades bem definidos e a melhorias das normas de acesso a crédito no campo dos VEs. Além disso, o plano ressaltou a necessidade

de promover P&D na industrialização de produtos inteligentes conectados e construir um *cluster* industrial de componentes-chave para esses automóveis. Assim, do ponto de vista mais especializado, almeja-se a implantação colaborativa de 5G e internet de veículos combinada à construção de plataforma de controle em nuvem para *big data* de carros inteligentes, centro de dados com padrões unificados, abertos e compartilhados e *software* básico de controle seguro. Portanto, a finalidade dessas medidas é garantir confiabilidade e oferecer melhores produtos e serviços adequados às preferências dos consumidores (CAAM, 2021).

Para construir um sistema de cadeia industrial seguro e controlável (quinta tarefa), é preciso fortalecer, principalmente, a criação do sistema com capacidade de inovação. Dessa forma, será possível superar as principais deficiências industriais, a partir da implementação de um sistema de inovação orientado para o mercado, com profunda integração de produção, educação e pesquisa para desenvolver peças e componentes críticos que funcionem por intermédio da sinergia entre governo e empresas. A sexta tarefa, em contrapartida, visa promover ativamente o desenvolvimento da digitalização da indústria, tendo como principal meta construir um sistema estratégico de transformação digital por meio do aumento do investimento em plataformas de capacitação tecnológica e P&D de produtos e respostas ágeis para promoção da digitalização orientada ao mercado (CAAM, 2021).

No caso do desenvolvimento da globalização industrial (sétima tarefa), por um lado, o plano salienta o aprofundamento da abertura do mercado para o mundo, de maneira a promover uns aos outros e impulsionar sólida e forte indústria automobilística. Ressalta também que, com a ajuda de investimentos estrangeiros, fusões e aquisições, a China poderá realizar a plena integração de capital internacional e elementos técnicos, promovendo desenvolvimento localizado e garantindo cadeias de suprimentos industriais, além de fortalecer a cooperação com investidores estrangeiros. Por outro lado, existe a possibilidade de desenvolver mercados no exterior e estabelecer, de forma abrangente, o desenvolvimento da globalização industrial. Finalmente, a oitava e última tarefa de aprofundar a reforma do sistema e dos mecanismos para o poder endógeno das empresas esclarece a necessidade de focar a promoção da reforma do sistema empresarial a partir de quatro passos: acelerar a melhoria do sistema empresarial moderno com base no plano de ação trienal para a reforma das empresas estatais; estimular a reforma da propriedade mista, as vantagens complementares e o desenvolvimento comuns dos vários tipos de capital; aproveitar os meios de capital para investir mais recursos em P&D tecnológico e inovação intensiva em tecnologia; e explorar e otimizar o sistema de gestão da empresa para alcançar níveis avançados de habilidades dos trabalhadores (CAAM, 2021).

TEXTO para DISCUSSÃO

Um ano após o fim do período de vigência do supracitado Roteiro Técnico para Economia de Energia e Veículos de Energia Nova, foi lançado o mais atualizado Roteiro 2.0, que considera os antecedentes da nova rodada de revolução científica e tecnológica e, por sua vez, identificou as deficiências técnicas atuais. Ademais, apresentou visão mais dinâmica para o desenvolvimento de veículos em 2035, bem como formulou rota tecnológica para tornar a China líder mundial do segmento, dando maior importância a estratégias de desenvolvimento do acionamento elétrico puro e da construção do sistema de tecnologia de veículos inteligentes nacionais (China-SAE, 2020).

A estrutura do Roteiro 2.0 é apresentada em seis objetivos principais para o desenvolvimento da indústria de VENs até 2035, nomeadamente: i) alcance do pico das emissões de carbono antes do compromisso de redução nacional datado em 2028, e, além disso, em 2035, a emissão total diminuirá em proporção superior a 20% em relação ao pico; ii) os VENs se tornarão paulatinamente produtos convencionais, e a indústria automobilística alcançará a eletrificação; iii) até o fim do período, o sistema de tecnologia de veículos inteligentes em rede da China estará maduro e competitivo internacionalmente, e os produtos serão aplicados em larga escala; iv) o nível de autonomia das principais tecnologias centrais será melhorado significativamente, construindo cadeia industrial colaborativa, eficiente, segura e controlável; v) serão estabelecidos sistemas de viagem inteligente de veículos de passageiros, de maneira a formar integração intensiva de “transporte-energia-ecologia-urbana”; e vi) o sistema de inovação tecnológica será otimizado e aprimorado, e a inovação nacional terá a capacidade de liderar o mundo (China-SAE, 2020).

Além das metas ilustradas na tabela 5, o roteiro enfatiza que existem gargalos nos processos básicos, os quais afetam a implementação efetiva da inovação tecnológica, desde a P&D até a industrialização. Há elevada dependência externa de componentes-chave, o que dificulta a construção de uma cadeia industrial segura e controlável, por exemplo, o tradicional sistema de energia de veículos a combustão, os materiais de qualidade para VENs e os sistemas operacionais de veículos inteligentes em rede, que possuem baixa taxa de autossuporte e grande lacuna técnica. Isso posto, o roteiro discrimina fragilidades na base da indústria automobilística chinesa, em especial *softwares* e componentes básicos. Em relação aos *softwares*, destacam-se os relacionados a plataforma de simulação e *design* automotivo, *chips* de computação de nível automotivo, semicondutores de energia para veículos e sensores de alta precisão, ainda muito dependentes de países estrangeiros. Os principais componentes e materiais básicos em campos relacionados ao automóvel, no geral, são deficientes e ainda estão sendo explorados e pesquisados, como aço elétrico de alta qualidade e núcleos de ferro de liga não ouro, e isso dificulta a rápida melhoria da tecnologia do produto (China-SAE, 2020).

6 CONCLUSÃO

As preocupações em torno das mudanças climáticas como orientação global de política no âmbito das Nações Unidas acarretaram uma série de transformações nos setores diretamente relacionados às emissões de GEEs, como os de energia e transporte. A necessidade de cumprir os compromissos de alcançar o pico de carbono até 2050 mobilizou os principais países fabricantes de automóveis a eletrificarem a sua produção, venda e frota, tendo em vista a participação do setor de transportes nas emissões de CO₂. Com o objetivo de mapear essas transformações em um setor que está na fronteira do conhecimento tecnológico, este estudo em princípio buscou entender a cadeia de valor dos VEs, identificando as suas partes e suas integrações com outros setores. Na parte a montante da cadeia, caracterizada principalmente pela bateria, conclui-se que esta é o componente de custo crítico e demanda P&D em inovação e forte integração com os setores eletrônicos e químicos; e sua produção é dominada pela China. A parte intermediária, a fabricação dos VEs propriamente dita, pode variar muito a depender da tomada de decisão das fabricantes, que está fortemente relacionada às capacidades financeiras e técnicas. Por fim, na parte a jusante, verifica-se que as estações de carregamento e pós-venda são elementos condicionantes da utilização dos VEs, por isso demandam sinergia entre governos e empresas para garantir infraestrutura mínima à utilização.

A próxima parte do estudo visou identificar quem são os principais *players* e fabricantes de VEs, bem como quais foram as medidas básicas até então adotadas para garantir o espaço nesse novo segmento. Foi confirmado que a China, os Estados Unidos e os países da Europa são os principais vendedores e detentores de VEBs e VEHPs. Ademais, a última seção do estudo teve como objetivo investigar a posição da China no segmento de VENs, com o intuito de compreender sua trajetória e suas perspectivas a partir da análise das suas políticas de desenvolvimento, como o MiC25, os últimos planos quinquenais e os planos destinados ao setor automobilístico e aos VENs. Ao mesmo tempo que a China é considerada um importante terreno para o desenvolvimento de VEs, por seu incrível mercado consumidor e sua abertura de mercado para importantes fabricantes de automóveis devido a *joint ventures*, também demonstra metas ambiciosas para se tornar a maior potência industrial de VEs, com empresas nacionais que são referências não apenas no mercado interno, como em todo o mundo.

Com base nas análises de mercado e nas políticas nacionais, ficou evidente o grande potencial da China para alcançar a posição mais relevante na eletrificação. Existe combinação muito forte entre P&D, inovação tecnológica, capacidade de produção, mercado consumidor e acesso a componentes importantes. Entretanto, o segmento de VEs possui ainda barreiras significativas para se tornar o *mainstream* do setor automotivo

além de intenso dinamismo, alta intensidade tecnológica e custos muito elevados, tanto para as empresas quanto para os consumidores.

Dada a crescente integração dos mercados, torna-se importante a análise do estudo em questão com o intuito de contribuir para a formulação de políticas públicas que tenham foco no desenvolvimento de indústrias intensivas em tecnologias, como é o caso dos VEs na China. Devido à pouca literatura encontrada nessa área e à importância de análise histórico-econômica, com a inclusão de componentes conjunturais de uma superpotência conservadora em seus dados, faz-se relevante o passo dado no presente trabalho e as contribuições de futuras pesquisas.

REFERÊNCIAS

AN, F. *et al.* **A study on China's timetable for phasing-out traditional ICE-vehicles**. New York: NRDC; Beijing: iCET, 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/3UGe3vA>>. Acesso em: 18 maio 2022.

BOHNSACK, R.; PINKSE, J.; KOLK, A. Business models for sustainable technologies: exploring business model evolution in the case of electric vehicles. **Research Policy**, v. 43, n. 2, p. 284-300, Mar. 2014.

CRABTREE, G. The coming electric vehicle transformation. **Science**, v. 366, n. 6464, p. 422-424, 2019.

CAAM – CHINA ASSOCIATION OF AUTOMOBILE MANUFACTURERS. **O 14º Plano Quinquenal para o Desenvolvimento da Indústria Automobilística**. [s.l.]: [s.n.], 2021. Disponível em: <bit.ly/3N2RsG8>.

CHINA. **Roteiro de tecnologia para áreas-chave do “Made in China 2025”**. Pequim: Comitê Consultivo Nacional de Estratégia de Construção de Energia de Manufatura, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/3mO7VEX>>. Acesso em: 24 maio 2022.

_____. **Aviso do Conselho Estadual sobre a Impressão e Distribuição do Plano de Desenvolvimento das Indústrias Estratégicas Nacionais Emergentes durante o 13º Período do Plano Quinquenal**. Pequim: Conselho Estadual, 2016. (Desenvolvimento Estadual, n. 67). Disponível em: <<https://bit.ly/3mQAG3T>>. Acesso em: 25 maio 2022.

_____. **Aviso do Gabinete Geral do Conselho Estadual de Impressão e Distribuição do Plano de Desenvolvimento da Indústria Automobilística de Nova Energia (2021-2035)**. (Banfa Estadual, n. 39). Pequim: Gabinete do Conselho de Estado, 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3KPs8m5>>. Acesso em: 5 jul. 2022.

_____. **"14º Plano Quinquenal"**: Plano de Inovação Científica e Tecnológica na Área dos Transportes. Pequim: Ministério dos Transportes da China, 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/41EQMw>>. Acesso em: 8 out. 2022.

CHINA-SAE – CHINA SOCIETY OF AUTOMOTIVE ENGINEERS. **Roteiro técnico de veículos de nova energia e economia de energia**. Pequim: SAE-China-SAE, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/41q80hu>>. Acesso em: 8 out. 2022.

_____. **Economia de energia e veículos com novas energias**: roteiro de tecnologia 2.0. Pequim: SAE-China-SAE, 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3GRX6IM>>. Acesso em: 8 out. 2022.

FILOTE, C. *et al.* Environmental impact assessment of green energy systems for power supply of electric vehicle charging station. **International Journal of Energy Research**, v. 44, n. 13, p. 10471-10494, Oct. 2020.

FIVE DEGREES EASY CHAIN. Mapa da cadeia da indústria de veículos de nova energia, panorama da cadeia da indústria de veículos de energia seminova e análise dos alcances superior, médio e inferior da indústria de veículos de nova energia. **Five Degrees Easy Chain**, 23 dez. 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/3HgFc2X>>. Acesso em: 8 out. 2022.

GLOBAL ZERO CARBON. Como os veículos elétricos podem ganhar dinheiro vendendo créditos de carbono com uma receita de 10 bilhões? **Polaris Electric Power News**, 23 fev. 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/3mJ6WGi>>. Acesso em: 14 nov. 2022.

GOLEMBIEWSKI, B. *et al.* Identifying trends in battery technologies with regard to electric mobility: evidence from patenting activities along and across the battery value chain. **Journal of Cleaner Production**, v. 87, p. 800-810, 2015.

IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Net Zero by 2050**: a roadmap for the global energy sector. Paris: IEA, 2021a.

_____. **Global EV outlook 2021**: accelerating ambitions despite the pandemic. Paris, IEA, 2021b. Disponível em: <bit.ly/3N2RsG8f>.

_____. **Global supply chains of EV batteries**. Paris: IEA, 2022a. Disponível em: <<https://bit.ly/3LbMOpq>>. Acesso em: 27 out. 2022.

_____. **Global EV outlook 2022**: securing supplies for an electric future. Paris: IEA, 2022b. Disponível em: <bit.ly/3qJP13D>.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2022**: mitigation of climate change. Geneva: IPCC, 2022. (Working Group III Assessment Report, n. 6). Disponível em: <<https://bit.ly/41jMM4u>>. Acesso em: 1º set. 2022.

JENKINS, L. M. How GM plans to make its ambitious EV goals reality. **Protocol**, 18 Aug. 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/3GVj9hM>>. Acesso em: 1º nov. 2022.

KLUG, F. How electric car manufacturing transforms automotive supply chains. *In*: EUROMA CONFERENCE, 20., 2013, Dublin, Ireland. **Proceedings...** 2013.

LEE, K.; MANI, S.; MU, Q. Explaining divergent stories of catch-up in the telecommunication equipment industry in Brazil, China, India, and Korea. *In*: MALERBA, F.; NELSON, R. R. (Ed.). **Economic development as a learning process: variation across sectoral systems**. Cheltenham, United Kingdom; Northampton, United States: Edward Elgar Publishing, 2012. p. 21-71.

LI, S. *et al.* **The role of government in the market for electric vehicles: evidence from China**. Washington: World Bank, 2020. (Policy Research Working Paper, n. 9359).

LUTSEY, N. **Global climate change mitigation potential from a transition to electric vehicles**. Washington: ICCT, 2 Dec. 2015. (Working Paper, n. 5).

MALERBA, F. (Ed.). **Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

MALERBA, F. NELSON, R. Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries. **Industrial and Corporate Change**, v. 20, n. 6, p. 1645-1675, 2011.

MASIERO, G. *et al.* The global value chain of electric vehicles: a review of the Japanese, South Korean and Brazilian cases. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 80, p. 290-296, Dec. 2017.

MOREIRA, U. **Catch-up tecnológico e superação da armadilha da renda média: o caso da China no setor de semicondutores**. Brasília: Ipea, ago. 2022. (Texto para Discussão, n. 2789).

PAOLI, L.; GÜL, T. Electric cars fend off supply challenges to more than double global sales. **IEA**, Paris, 30 Jan. 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/3A5ncEF>>. Acesso em: 31 out. 2022.

PATISSON, P.; FIRDAUS, F. 'Battery arms race': how China has monopolised the electric vehicle industry. **The Guardian**, 25 Nov. 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/40kkXHW>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

QIANZHAN INDUSTRIAL RESEARCH INSTITUTE. **Report of market prospective and investment strategy planning on China electric vehicle charging pile industry**

(2023-2028). Shenzhen: Forward Intelligence, 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/41z4L7v>>. Acesso em: 9 out. 2022.

RUBIO-LICHT, N.; ROACH, S. Here are the main electric vehicle goals set by automakers and major markets. **Protocol**, 14 Oct. 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/43HUneU>>. Acesso em: 1º nov. 2022.

STAUFFER, N. W. China's transition to electric vehicles. **MIT News**, 29 Apr. 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/3ooWVhZ>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

TESLA. **Impact report 2021**. Austin: Tesla, 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/41kgE0S>>. Acesso em: 1º nov. 2022.

USGS – UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. **Mineral commodity summaries 2022: lithium**. Reston: USGS, Jan. 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/41I7xNj>>. Acesso em: 9 out. 2022.

WATARI, T. *et al.* Total material requirement for the global energy transition to 2050: a focus on transport and electricity. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 148, p. 91-103, Sept. 2019.

XIAOYONG, W. **O Conselho de Estado lançou oficialmente o “Plano de Desenvolvimento para Conservação de Energia e Nova Energia da Indústria Automobilística”**. Pequim: Escritório Geral, 10 jul. 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/3A9f0D7>>. Acesso em: 24 maio 2022.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

CHENG, E. Here's the full list of the best-selling electric cars in China for 2021. **CNBC**, 14 Jan. 2022. Disponível em: <<https://bit.ly/3GRNxts>>. Acesso em: 4 maio 2022.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Ana Clara Escórcio Xavier

Everson da Silva Moura

Revisão

Alice Souza Lopes

Amanda Ramos Marques Honorio

Barbara de Castro

Brena Rolim Peixoto da Silva

Cayo César Freire Feliciano

Cláudio Passos de Oliveira

Clícia Silveira Rodrigues

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Reginaldo da Silva Domingos

Jennyfer Alves de Carvalho (estagiária)

Editores

Anderson Silva Reis

Augusto Lopes dos Santos Borges

Cristiano Ferreira de Araújo

Daniel Alves Tavares

Danielle de Oliveira Ayres

Leonardo Hideki Higa

Natália de Oliveira Ayres

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Ipea – Brasília

Setor de Edifícios Públicos Sul 702/902, Bloco C

Centro Empresarial Brasília 50, Torre B

CEP: 70390-025, Asa Sul, Brasília-DF

Missão do Ipea
Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro
por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria
ao Estado nas suas decisões estratégicas.



ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DO
PLANEJAMENTO
E ORÇAMENTO

